INVESTIGACIÓN Y CIENCIA

Monográficos de psicología y neurociencias

1.er cuatrimestre 2018 · **N.º 19** · 6,90 € · investigacionyciencia.es

CUADERNOS

Mente&Cerebro

Desarrollo del bebé

Capacidades cognitivas y aprendizaje en las primeras etapas de la vida

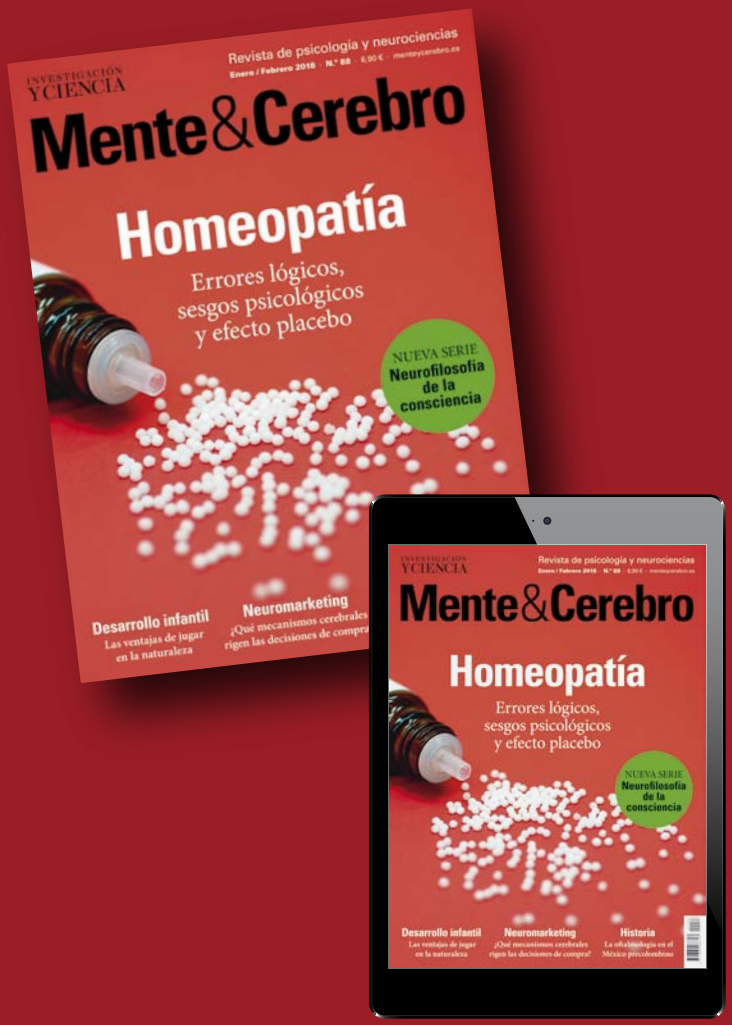
Conducta
¿Pueden los llantos revelar problemas neurológicos?

Emociones
Los orígenes de la risa

Exploración
Aprender a través del sentido del tacto

9 772253 959008 00019

Suscríbete a Mente&Cerebro



Ventajas para los suscriptores:

- **Envío** puntual a domicilio
- **Ahorro** de hasta un **21 %** sobre el precio de portada
  ~~41,40 €~~ 35 € por un año (6 números)
  ~~82,80 €~~ 65 € por dos años (12 números)
- **Acceso gratuito** a la edición digital de los números incluidos en la suscripción
- **Te regalamos** además un número de la colección Cuadernos a elegir (en formato digital)

GRATIS
un número a elegir de la colección
CUADERNOS

www.investigacionyciencia.es/suscripciones
Teléfono: +34 934 143 344

Los primeros logros

Con apenas un año de vida, Daniel sabe distinguir el coche que conducen «mamá» y «papá» de entre una decena de vehículos estacionados en la planta de un garaje. También, claro está, reconoce a sus padres en una reunión de amigos; se abre paso entre las piernas de los invitados y llega contento hasta donde se halla su madre junto con otros convidados. En cambio, Melchor, Gaspar y Baltasar le inquietan. La pasada cabalgata de Reyes fue la primera vez que los veía. Daniel, pero también algún que otro crío, rompió a llorar. Otros pequeños, en cambio, sonreían a sus majestades. ¿Qué pasa por la mente y en el cerebro de un bebé? ¿Cómo y cuándo adquiere capacidades cognitivas complejas, entre ellas, reconocer caras o decir palabras? ¿Qué le hace reír? ¿Y llorar? ¿De qué modo pueden estudiarse estos fenómenos?

Las investigaciones de las últimas décadas demuestran que no solo los bebés de meses, sino incluso los recién nacidos, saben más de lo que se creía hasta no hace mucho. La combinación de métodos de investigación psicológica (entre ellos, el seguimiento de la mirada y la observación de la conducta) con técnicas de neuroimagen están ayudando a desentrañar los procesos cerebrales que subyacen a habilidades cognitivas de origen temprano y que maravillan a padres y conocidos: los bebés perciben la intención de los demás, aprenden a pronunciar las primeras palabras y reconocen voces, olores y caras. Incluso 16 horas después de nacer, un niño puede reconocer un objeto con tan solo utilizar el sentido del tacto, aunque ese objeto se le presente desde un ángulo distinto [*véase* «Aprender a través de la exploración táctil», por Dereck y Laura Cabrera, *pag. 22*].

Esta nueva entrega de la colección de monográficos *Cuadernos de Mente y Cerebro* reúne los artículos más destacados sobre el desarrollo neuropsicológico temprano publicados en las revistas *Investigación y Ciencia* y *Mente y Cerebro*. Además, incluye el artículo inédito hasta ahora en español «Los orígenes de la risa», en el que la psicóloga del desarrollo infantil del Colegio Estatal Johnson, Gina C. Mireault, revela por qué las risas y sonrisas aparecen en el rostro de los bebés a los 18 meses de vida. Al parecer, no solo es para deleite de los presentes: la capacidad de reír supone un factor importante para el desarrollo social y comunicativo del lactante. El año que viene, puede que Daniel reciba a los Reyes Magos con una tierna e ilusionada sonrisa.

—La redacción

Con pocos meses de vida, los bebés reconocen la voz y la cara de sus padres.

ISTOCK / CHRISTINLOLA

EN ESTE NÚMERO

1 **Presentación**
Los primeros logros. *Por la redacción*

4 **Introducción**
Desarrollo infantil: el primer año de vida.
Por Christiane Gelitz

Percepción y cognición

Neuropsicología

6 **Bebés en el laboratorio**
¿Cómo perciben el mundo los bebés? Para averiguarlo, los investigadores miden la actividad cerebral de los lactantes mientras les muestran distintos estímulos. *Por Janosch Deeg*

10 **Actividad cerebral reveladora**
Por Miriam Langeloh y Stefanie Peykarjou

Olfato

14 **Formación de las preferencias olfatorias**
Los recién nacidos reconocen el olor de su madre y el de los alimentos que ella ha consumido durante el embarazo. Incluso en el útero materno manifiestan preferencias olfatorias. *Por Benoist Schaal y Maryse Delaunay-El Allam*

Tacto

22 **Aprender a través de la exploración táctil**
El sentido del tacto ayuda a los niños a construir ideas abstractas a partir de experiencias concretas. También favorece el pensamiento simbólico, capacidad esencial para el aprendizaje del lenguaje y las matemáticas. *Por Derek Cabrera y Laura Cabrera*

Aprendizaje

28 **Así piensan los bebés**
Los niños, incluso los más pequeños, saben, experimentan y aprenden mucho más de lo que se creía. *Por Alison Gopnik*

Percepción facial

34 **Expertos en rostros**
Poco después de nacer, los bebés muestran una sensibilidad especial para las caras: saben distinguir los rostros de humanos y de monos. Sin embargo, pronto pierden esa capacidad y se centran en la fisonomía de sus congéneres. *Por Stefanie Höhl*

Lenguaje

40 **Cómo adquieren los bebés el lenguaje**
Todos los lactantes son lingüistas natos, capaces de dominar cualquiera de las 7000 lenguas del mundo como un nativo. *Por Patricia K. Kuhl*

ISTOCK / DENNIRO

Conducta y emociones

Comunicación preverbal

46 Llantos reveladores
Los bebés lloran para llamar la atención, por ejemplo, cuando tienen hambre. Pero los sonidos de esos llantos también pueden informar sobre problemas de salud. *Por Janosch Deeg*

Relaciones interpersonales

52 Los orígenes de la risa
La risa de los bebés, además de revelar su manera de pensar, arroja luz sobre la función que esta expresión desempeña en la especie humana. *Por Gina C. Mireault*

Cerebro social

58 Con ojos de neonato
La investigación en polluelos y bebés descubre el desarrollo neurobiológico del llamado cerebro social y sus posibles alteraciones. *Por Orsola Rosa-Salva, Elisa Di Giorgio y Giorgio Vallortigara*

Alteraciones neuropsicológicas

Déficit socioemocional

66 Los años sensibles
Los niños que crecían en instituciones públicas rumanas presentaban carencias emocionales y cognitivas. *Por C. A. Nelson III, E. A. Furtado, N. A. Fox y C. H. Zeanah, Jr.*

Niños prematuros

76 Secuelas del nacimiento prematuro
¿Qué consecuencias comporta para el desarrollo mental del bebé nacer antes de tiempo? *Por Alison Abbott*

Síndrome alcohólico fetal

82 La huella del alcohol en el feto
Las mujeres embarazadas que consumen bebidas alcohólicas ponen en peligro la salud psíquica de su hijo. *Por Reinhold Feldmann*

88 La mejor prevención: alcohol cero
Por Óscar García Algar y Adriana Bastons Compta

Síndrome del niño zarandeado

90 ¿Sacudida mortal?
Desde su descripción hace más de cuarenta años, el síndrome del niño zarandeado ha podido ser motivo de sentencias judiciales erróneas. *Por Josephina Maier*

Colaboradores de este número
Asesoramiento y traducción:

Laura Carasusán e Ignacio Navascués, *Bebés en el laboratorio*; I. Nadal: *Formación de las preferencias olfatorias*; Jacobo Chamorro: *Aprender a través de la exploración táctil*; Luis Bou: *Así piensan los bebés*: *Los orígenes de la risa*, *Secuelas del nacimiento prematuro*; Francesc Asensi: *Expertos en rostros*, *Con ojos de neonato*, *¿Sacudida mortal?*; Andrés Martínez: *Cómo adquieren los bebés el lenguaje*; Núria Comas: *Llantos reveladores*; Marián Beltrán: *Los años sensibles*; Ignacio Navascués: *La huella del alcohol en el feto*

Portada: iStock / ArtMarie

Mente y Cerebro

Directora general: Pilar Bronchal Garfella
Directora editorial: Laia Torres Casas
Ediciones: Yvonne Buchholz, Anna Ferran Cabeza, Ernesto Lozano Tellechea, Bruna Espar Gasset
Producción: M.ª Cruz Iglesias Capón, Albert Marín Garau
Secretaría: Purificación Mayoral Martínez
Administración: Victoria Andrés Laiglesia
Suscripciones: Concepción Orenes Delgado, Olga Blanco Romero

EDITA
Prensa Científica, S.A.
Muntaner, 339 pral. 1.ª
08021 Barcelona (España)
Teléfono 934 143 344 Fax 934 145 413
e-mail precisa@investigacionyciencia.es
www.investigacionyciencia.es

Gehirn und Geist

Chefredakteur: Carsten Könneker (verantwortlich)
Artdirector: Karsten Kramarczik
Redaktionsleitung: Hartwig Hanser
Redaktion: Steve Ayan, Katja Gaschler, Anna von Hopffgarten, Andreas Jahn, Liesa Klotzbücher, Daniela Zeibig
Freie Mitarbeit: Joachim Retzbach
Schlussredaktion: Christina Meyberg, Sigrid Spies, Patrick Trappendreher; Katharina Werle
Bildredaktion: Alice Krüßmann, Anke Lingg, Gabriela Rabe
Geschäftsleitung: Markus Bossle, Thomas Bleck

DISTRIBUCIÓN
para España:
LOGISTA, S. A.
Pol. Ind. Polvoranca - Trigo, 39, edificio B
28914 Leganés (Madrid)
Teléfono 916 657 158
para los restantes países:
Prensa Científica, S. A.
Muntaner, 339 pral. 1.ª - 08021 Barcelona

PUBLICIDAD
Prensa Científica S. A.
Tel. 934 143 344
publicidad@investigacionyciencia.es

SUSCRIPCIONES
Prensa Científica S. A.
Muntaner, 339 pral. 1.ª
08021 Barcelona (España)
Teléfono 934 143 344
Fax 934 145 413
www.investigacionyciencia.es

Copyright © 2018 Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, D-69126 Heidelberg
Copyright © 2018 Prensa Científica S.A. Muntaner, 339 pral. 1.ª 08021 Barcelona (España)

Reservados todos los derechos. Prohibida la reproducción en todo o en parte por ningún medio mecánico, fotográfico o electrónico, así como cualquier clase de copia, reproducción, registro o transmisión para uso público o privado, sin la previa autorización escrita del editor de la revista.

ISSN edición impresa: 2253-959X ISSN edición digital: 2385-569X
Dep. legal: B. 3021 – 2012

Imprime Rotocayfo (Impresia Ibérica)
Ctra. de Caldes, km 3 - 08130 Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona)
Printed in Spain - Impreso en España

Desarrollo infantil: el primer año de vida

Tras nacer y durante un tiempo, el bebé depende de los padres para satisfacer sus necesidades básicas. La única estrategia de que dispone para conseguir que le presten atención, y así asegurarse su sustento, es el llanto y los gritos. Si las personas de referencia atienden de forma adecuada a los ruegos del pequeño, este gana en seguridad y confianza. Las experiencias en los doce primeros meses de vida resultan esenciales para sentar las bases de un desarrollo posterior saludable.

Texto: Christiane Gelitz | Gráfico: Anke Heinelmann

De los 3 a los 10 días

- **Autorregulación:** El bebé puede aliviar las propias activaciones fisiológicas y emocionales. Por ejemplo, chupando.
- **Sentidos:** La capacidad auditiva de la criatura es buena; su agudeza visual, en cambio, tan solo le permite ver los objetos que se encuentran a una distancia de entre 20 y 25 centímetros.
- **Preferencias:** El recién nacido muestra predilección por los rostros y las voces humanas. También prefiere el habla y las entonaciones que escuchaba cuando se encontraba en el vientre de la madre.

De las 4 a las 6 semanas

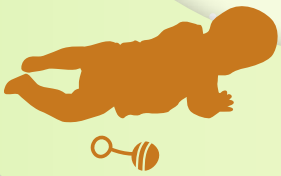
- **Primera fase de balbuceos:** El bebé produce sonidos, los cuales los padres emulan mediante sones exagerados y ralentizados; incluso con mímica o movimientos.

De las 6 a las 8 semanas

- **Mímica:** La primera sonrisa del niño suele aparecer cuando los padres le sonríen o juegan con él.

En el sexto mes

- **Alimentación:** La leche materna ya no resulta suficiente; el bebé necesita proteínas animales y verdura. No obstante, la sal y las especias no forman parte todavía de la dieta. Para las papilas gustativas del niño, las comidas especiadas resultan aún demasiado fuertes.



De los 3 a los 4 meses

- **Desarrollo neuronal:** La neocorteza crece y toma el relevo al tronco encefálico en el control de la conducta.
- **Motricidad:** El bebé puede girarse y sostener, en posición vertical, la cabeza erguida.
- **Sentidos:** En torno a los cuatro meses de vida se desarrolla la visión binocular y el bebé gana en agudeza visual; el rostro de los padres se convierte en una fuente de información importante.
- **Protoconversación:** El niño muestra interés en el intercambio visual, oral y gestual con los padres.

- **Memoria:** El bebé es capaz de anticipar acontecimientos a partir de experiencias pasadas.
- **Emociones:** A través de la expresión facial, transmite interés, alegría, frustración, rabia, preocupación o sorpresa.
- **Autorregulación:** Tras un repunte en el tercer mes de vida, el bebé llora y grita cada vez menos. De forma progresiva, se muestra más flexible en el manejo de los estímulos externos.

En el noveno mes

• **Permanencia del objeto:** El bebé busca a las personas y los elementos que desaparecen de su campo visual; sabe que existen aunque no los vea.
• **Miedo a la separación:** Distingue a las personas de confianza de las desconocidas; muestra las primeras señales de miedo a la separación. Ante la inseguridad, busca la cercanía de los referentes más importantes.
• **Referencia social:** El bebé observa a la persona de referencia y se orienta según sus reacciones.

De los 11 a los 12 meses

• **Desarrollo neuronal:** Maduran la corteza prefrontal, el hipocampo y las conexiones básicas entre el sistema límbico y la neocorteza.
• **Motricidad:** El bebé se mantiene de pie solo y realiza los primeros intentos para andar. Por lo general, se sujeta todavía de algún lugar.
• **Referencia emocional y social:** Gana seguridad a través de la atención o apoyo de los padres; busca en ellos consuelo o estimulación.
• **Habla:** Las primeras palabras se componen de dos sílabas iguales; suelen ser «mamá» y «papá».

En el décimo mes

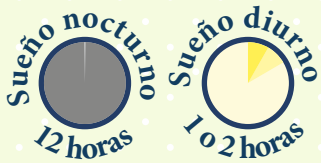
• **Autoconsciencia:** El bebé sabe distinguirse de otros individuos.
• **Revolución social y contacto visual triangular:** El niño quiere orientar su atención junto con la de sus padres a objetos de los que pretende comunicar o participar. Se trata de la base para el desarrollo del lenguaje, la competencia social y el conocimiento cultural.
• **Emociones:** Muestra placer o enfado.
• **Habla:** Forma las primeras sílabas.

De los 6 a los 7 meses

• **Desarrollo neuronal:** Se perfecciona la cooperación entre los dos hemisferios cerebrales, lo que permite ampliar las capacidades motoras y cognitivas del niño.
• **Segunda fase de balbuceos:** El bebé intenta imitar, en forma de balbuceos, los sonidos del habla.
• **Cognición:** Entiende por primera vez las palabras habladas y las relaciones causa-efecto.
• **Atención:** Se orienta a partir de la mirada de los padres; puede concentrarse de manera alterna en las personas de referencia y los objetos, así como dirigir la atención a sus propias actividades.
• **Jugar:** Los objetos se convierten en el foco de atención de las actividades con otros.

Un año

• **Apego:** El bebé ha construido una relación personal con las personas de referencia y ha desarrollado un sentimiento emocional de seguridad o inseguridad. El apego influye, entre otros factores, en la exploración de su entorno.
• **Emociones:** El miedo a la separación alcanza su punto álgido.



Atención: Las edades son orientativas. Esta evolución varía de un niño a otro, por lo que no deben relacionarse con un avance o retraso en el desarrollo del bebé. Por ejemplo, la horquilla de edad en la que un niño dice sus primeras palabras comprende entre los 10 y 18 meses de vida.

FUENTES
Die Chancen der ersten Monate. Feinfühlige Eltern; gesunde Kinder. U. Ziegenhain et al., Hospital Universitario de Ulm, 2008.
Auf dem Anfang kommt es an. Ein Kurs für junge Eltern Kursmaterialien. U. Ziegenhain et al., Hospital Universitario de Ulm, 2.ª edición, 2012.

FOTOLIA / JAN ENGEL (*juguetes de bebé*); FOTOLIA / LIDDY HANSDOTTIR; FOTOLIA / OKSUN70 (*siluetas de bebé*); ADAPTADO POR *GEHRN UND GEIST*; COMPOSICIÓN: *GEHRN UND GEIST* / ANKE HEINZELMANN

NEUROPSICOLOGÍA ¿Cómo perciben el mundo los bebés? Para averiguarlo, los investigadores miden la actividad cerebral de los lactantes mientras les muestran distintos estímulos. Acompañamos a dos pequeños probandos al laboratorio de la Universidad de Heidelberg

Bebés en el laboratorio

JANOSCH DEEG

TODAS LAS FOTOGRAFÍAS DE ESTE ARTÍCULO: *GEHIRN UND GEIST* / MANFRED ZENTSCH

Karl, de siete meses de edad, se muestra animoso, sin duda la mejor condición para lo que le espera: va a participar en un estudio del Instituto de Psicología de la Universidad de Heidelberg. Los investigadores, bajo la dirección de Sabina Pauen, del Departamento de Psicología Biológica y del Desarrollo, estudian el modo en que el cerebro de los lactantes procesa la información sensorial. Del cúmulo de datos que obtienen de participantes como Karl extraen conclusiones sobre la forma en que los bebés experimentan y captan el mundo que los rodea.

«Investigamos el desarrollo cognitivo en la edad prelingüística, cuando todavía no se puede preguntar a los niños qué perciben o piensan», explica la psicóloga Stefanie Höhl. «Por ello debemos recurrir a métodos alternativos», señala. Una de las estrategias consiste en registrar los movimientos oculares de los bebés, es decir, observar adónde miran y durante cuánto tiempo. Con ayuda de la electroencefalografía (EEG) miden la actividad eléctrica cerebral para averiguar qué pasa en su cabeza. «Si estudiamos el comportamiento de un niño pequeño solo conocemos el resultado de un proceso cognitivo; por ejemplo, si mira una imagen durante mucho tiempo podemos deducir que, probablemente, le resulta interesante. La medición con EEG revela, además, cómo reacciona su cerebro ante los estímulos en centésimas de segundo», añade.

La EEG, un técnica completamente inocua, se aplicó por primera vez al final de los años veinte del siglo xx. Ahora se utiliza de forma habitual en la práctica clínica, sobre todo, para el diagnóstico médico (para determinar la profundidad del coma o analizar los estadios del sueño, por ejemplo). Los electrodos que se colocan en la superficie del cráneo del sujeto registran diferencias de tensión de unos pocos microvoltios que acompañan la actividad neuronal. Estas oscilaciones se producen cuando las neuronas se comunican entre sí a través de pequeñas corrientes eléctricas. La descarga coordinada de grupos más grandes de neuronas se representa gráficamente en el electroencefalograma. De este modo, los médicos obtienen información sobre el grado de actividad del cerebro del paciente, de manera que descubren si duerme, está anestesiado o incluso si está muerto.

Los científicos también utilizan esta técnica para averiguar el modo en que las neuronas generan las respuestas sensoriales, los pensamientos y los sentimientos. A lo largo de décadas, la EEG se ha desarrollado hasta convertirse en un procedimiento imprescindible tanto en la medicina como en la investigación básica.

Para que esta técnica proporcione una imagen clara de los procesos cerebrales, los probandos deben permanecer quietos durante la medición. En el caso de los

EL AUTOR

Janosch Deeg es doctor en física y periodista científico.

En el laboratorio de bebés de la Universidad de Heidelberg preparan a Karl, de siete meses, para el experimento. Primero, la directora del ensayo, Miriam Langeloh, le enseña el gorro de electroencefalografía para que se familiarice con él. A continuación, con una jeringa se aplica un gel salino bajo los electrodos del casco para aumentar la conductividad eléctrica.

bebés, ello supone un gran reto. Como es sabido, casi nunca siguen las instrucciones y si se encuentran cansados o tienen hambre, los experimentos con ellos suelen fallar desde el principio. Sin embargo, parece que Karl va a facilitar el trabajo a los experimentadores. La alegría que muestra sentado sobre el regazo de su padre ilumina la sala de experimentación.

Del cerebro al ordenador

Los psicólogos Miriam Langeloh y Florian Torka, del equipo de Pauen, ya han dispuesto todo para el ensayo: los ordenadores están en marcha y el gorro con electrodos ya está listo para la medición por EEG. Para colocárselo al niño sin que proteste, una de las experimentadoras lo entretiene con un juguete. Los cables conducen las señales de tensión de la superficie cefálica de Karl a un amplificador, desde el que llegan a un ordenador.

«Las corrientes de una sola célula resultan demasiado débiles. Para poder medirlas, se suman las señales de varios miles o incluso millones de neuronas. El equipo técnico amplifica estas señales alrededor de 10.000 veces más», detalla Langeloh. El todavía fino cráneo y el escaso pelo del bebé favorecen la medición, puesto que las corrientes se encuentran menos «blindadas» que en el caso de un adulto.

Mas esa es la única ventaja que ofrece el EEG en la exploración con lactantes. No se les puede instruir para que permanezcan quietos durante el experimento ni para que presten atención a las imágenes del monitor. «Cualquier pequeño movimiento, como tragar o parpadear, genera perturbaciones no deseadas que pueden filtrarse,

En síntesis: Pequeños probandos

1 Para averiguar qué ocurre en la cabeza de los bebés, los investigadores miden la duración de su mirada y sus ondas cerebrales.

2 Los patrones en las señales del electroencefalograma revelan los estímulos sensoriales que los lactantes son capaces de distinguir, relacionar y clasificar en categorías.

3 De esta forma, los investigadores obtienen información sobre las fases del desarrollo intelectual a edad temprana.

Actividad cerebral reveladora

La técnica de la electroencefalografía permite descubrir cómo reacciona el cerebro de un bebé ante un estímulo determinado

Miriam Langeloh y Stefanie Peykarjou

Mediante electroencefalografía (EEG) se registran las diferencias de tensión en la superficie craneal de los lactantes. El origen de estas señales son los llamados potenciales postsinápticos en las neuronas piramidales de la corteza cerebral: cuando una neurona libera neurotransmisores en la hendidura sináptica, los canales iónicos de la membrana postsináptica se abren. Ciertos iones (partículas con carga eléctrica) la atraviesan, lo que modifica el voltaje de la membrana. Estas diferencias de carga, sin embargo, son demasiado débiles para poderlas medir por separado en la superficie craneal. Por ello, el EEG suma las señales de varios miles o millones de neuronas.

Como la corriente se propaga por el cráneo, solo es posible localizar el origen de las señales de manera aproximada. La resolución espacial del EEG es muy baja. En cambio, la resolución temporal es mucho mayor.

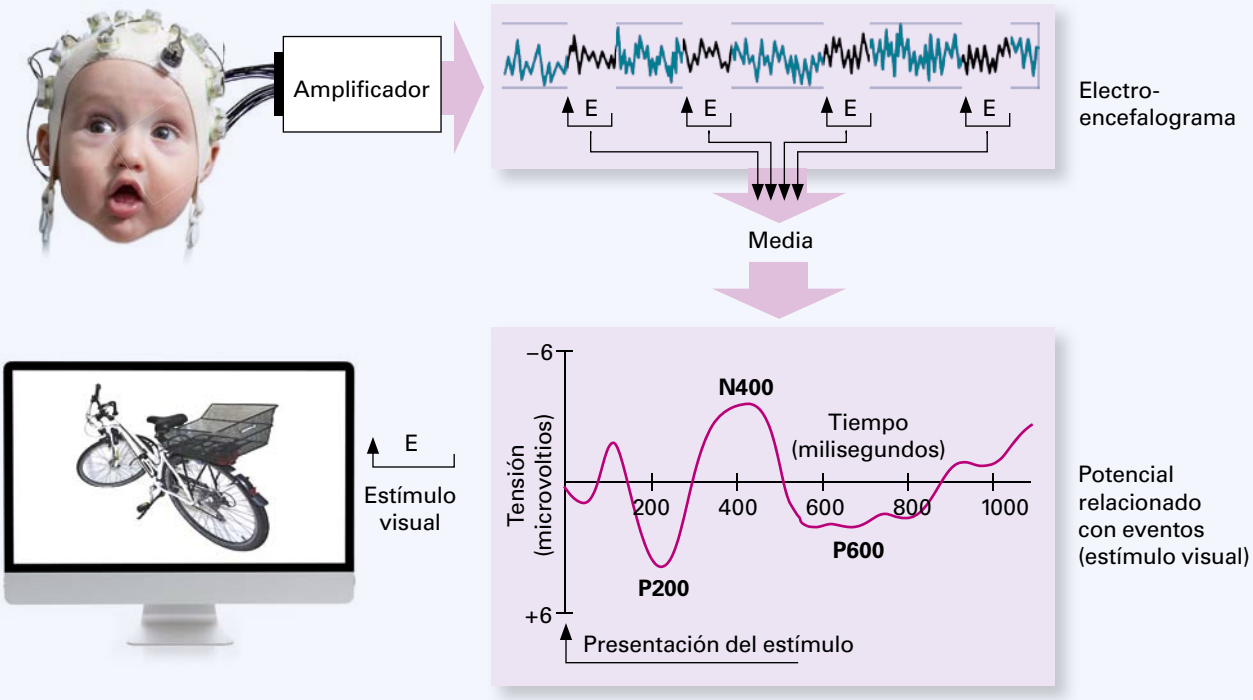
Los investigadores clasifican las oscilaciones de tensión obtenidas en bandas de frecuencia (se miden en hercios, es decir, oscilaciones por segundo) que proporcionan información sobre el estado de actividad del cerebro. Por ejemplo, las ondas alfa presentan un abanico de frecuencias entre 8 y 13 hercios; se originan en situaciones de cansancio y relajación. Las ondas gamma (30-100 hercios), por el contrario, indican que estamos concentrados.

De los datos del EEG se pueden seleccionar los llamados potenciales relacionados con eventos (PRE). Estos se corresponden con la actividad cerebral modificada por un estímulo determinado (una imagen o un sonido). Los PRE no resultan fáciles de reconocer de la señal en bruto, ya que se superponen con señales de EEG inespecíficas, el llamado ruido de fondo. Por esa razón exponemos a nuestros probandos al mismo estímulo una y otra vez. Con ello obtenemos la media de las señales EEG correspondientes. El resultado final es la curva de PRE.

Estas curvas presentan picos y valles, los componentes de los PRE, que podemos asignar a un estadio determinado del procesamiento de la información. La descripción de los componentes se rige por su polaridad (oscilación de tensión negativa, *N*, o positiva, *P*) y la latencia, es decir, el retraso temporal con el que aparecen. Por ejemplo, *N*400 designa una oscilación de tensión negativa de 400 milisegundos después de la presentación del estímulo.

LAS AUTORAS

Miriam Langeloh y *Stefanie Peykarjou* investigan en la Universidad de Heidelberg.



FUENTE: MPI FOR HUMAN COGNITIVE AND BRAIN SCIENCES, LEIPZIG; *GEHIRN UND GEIST* / MANFRED ZENTSCH (*bebé*); ISTOCK / HOCUS-FOCUS (*monitor*); CORTESÍA DE STEFANIE PEYKARJOU (*bicicleta*)

en parte, durante la medición. La mayoría hay que eliminarlas después», afirma Langeloh. Los movimientos bruscos deterioran por completo la señal. Asimismo, si el lactante mira en otra dirección, los datos que han quedado registrados no sirven. «En la grabación en vídeo podemos ver cuándo el niño ha mirado a la pantalla; solo analizamos las señales de EEG de esos momentos», explica la investigadora. El umbral de atención de los bebés es bastante inferior al de los adultos, por esa razón solo se puede experimentar con ellos, de media, unos diez minutos.

Karl, sentado sobre las piernas de su padre, contempla con curiosidad la pantalla que tiene delante. Desde detrás de una cortina negra, los investigadores observan el patrón de EEG que muestra el monitor de su ordenador. Al principio, la pantalla que observa el niño permanece oscura, hasta que se oye una voz que exclama: «¡Mira!». Entonces aparece la cara de una persona. En la siguiente ronda, se oye el sonido del timbre de una bicicleta (clinc clinc), tras el cual se muestra la imagen de una bicicleta. Después, los estímulos auditivos y visuales se presentan en combinaciones «incorrectas»: el timbre se asocia con una cara y la voz con la bicicleta.

Este ensayo permite analizar si el cerebro de Karl relaciona lo que oye con lo que ve. Según descubrieron Stefanie Peykarjou y Julia Wissner, también de la Universidad de Heidelberg, los bebés de esa edad se sorprenden cuando, tras la exclamación «¡Mira!», aparece un objeto inanimado. Los pequeños esperan ver a una persona después de oír la llamada de atención. De acuerdo con Langeloh, los lactantes son capaces de combinar datos auditivos y visuales e, incluso, de reconocer si estos encajan. Aunque también cabría la posibilidad de que, por norma, las voces humanas llamasen la atención de los niños. Para averiguarlo, Wissner y sus colaboradores comparan el efecto del lenguaje que se utiliza con los bebés con el que provoca la manera de expresarse de los adultos, más complicada y sin contenido emocional.

Los psicólogos comprueban si Karl asocia el sonido del timbre más con una bicicleta que con una persona. Ante dos estímulos sucesivos, los lactantes deberían procesar el segundo con mayor facilidad cuando se encuentra relacionado con el anterior. ¿Se sorprenderá Karl si aparece una persona después de que suene el timbre? Una respuesta cerebral que aparece automáticamente en el EEG cuando un estímulo capta la atención del niño apunta en ese sentido. Las neuronas de un área determinada empiezan a «descargar». En consecuencia, se produce un cambio de voltaje entre el interior y el entorno próximo de cada una de esas neuronas. Si un gran conjunto formado por varias decenas de miles de neuronas se activa de manera simultánea, es posible medir la tensión (potenciales postsinápticos excitatorios) mediante EEG.

Numerosos experimentos sobre el pensamiento categorial de lactantes siguen un esquema fijo, explica Höhl: «Enseñamos a los niños objetos de un tipo determinado uno detrás de otro, por ejemplo, animales. En esa serie introducimos un elemento de otra categoría, como un mueble. Si nos limitamos a observar el comportamiento de los niños, no es posible averiguar nada, ya que por lo general contemplan las distintas imágenes durante el mismo tiempo cuando se las presentan rápidamente. Pero cuando el bebé ya es capaz de discernir las categorías, su cerebro reacciona de manera diferente si aparece un estímulo que no encaja». Ante algo inesperado, los potenciales postsinápticos de las neuronas varían.

Los resultados demuestran que los lactantes de en torno a los siete meses saben distinguir personas de animales, mientras que los de cuatro meses todavía no. En cambio, estos últimos son capaces de clasificar animales y objetos inanimados (muebles, entre otros) en distintas categorías. A los nueve meses ya diferencian entre rostros de simio y humanos. A esa edad, el cerebro también reacciona de forma diferente ante desconocidos (sobre todo, en el caso de los hombres) y personas conocidas.

Emociones y atención

El grupo de Höhl utilizó métodos parecidos para demostrar la influencia de las emociones en la atención. Cuando los bebés de tres meses ven un juguete al que una persona mira con terror, prestan más atención a ese objeto que a otro. Los niños más mayores ya no muestran esta respuesta, probablemente porque han aprendido que los juguetes no suponen una amenaza. «Estamos estudiando en qué medida influye la peligrosidad potencial de un objeto sobre la forma en que el bebé lo percibe. Las serpientes y las arañas resultan particularmente interesantes en este contexto, porque es posible que el miedo que sentimos ante esos animales sea una cuestión evolutiva», apunta Höhl.

En los primeros experimentos, los investigadores compararon flores y arañas. Los niños prestaron más atención a los artrópodos que a las plantas cuando vieron las imágenes combinadas con rostros que expresaban miedo. «Sin embargo, tenemos que descartar que el efecto se deba solo al hecho de que se trata de categorías distintas.» Con el fin de averiguarlo, han puesto en marcha un estudio en el que se utilizan arañas y mariposas para analizar el efecto.

Karl participa en una investigación diseñada para averiguar si los bebés relacionan los objetos no humanos con estímulos auditivos. Sentado y quieto mira fijamente la presentación. La situación es perfecta: las señales de cada electrodo se identifican con claridad. Sin embargo, la suerte de los investigadores sufre un viraje. El niño empieza a tirar de los cables y a girar la cabeza, por lo que las ondas cerebrales en el monitor se mezclan sin control. Los experimentadores intentan reconducir la atención del probando hacia la pantalla. Reproducen el sonido «boing», seguido de una espiral blanca y negra

que rota en el monitor. Se obra el milagro: el niño mira de nuevo en la dirección deseada, como si estuviera hipnotizado. Langeloh inicia de nuevo el experimento. Después de 30 exposiciones de unos pocos segundos cada una, Karl ya está cansado. Sin embargo, la investigadora se muestra satisfecha. Los padres también están orgullosos de su hijo, quien no se inmuta del efecto que su actuación a causado en los adultos.

Inspiración de otros laboratorios

Los científicos necesitan los datos de muchos niños para sacar conclusiones. En función del fenómeno que se proponen investigar, examinan las áreas cerebrales correspondientes. «Si nos interesa la percepción visual, analizamos las señales de los electrodos de la parte posterior de la cabeza, donde se encuentra la corteza visual. Solemos examinar las regiones centrales anteriores, donde existe un componente relacionado con la atención», relata Höhl.

El planteamiento de nuevos temas de investigación requiere creatividad. Muchas veces, la inspiración surge de los conocimientos que obtienen otros científicos. El psicólogo del desarrollo Norbert Zmyj y su equipo, de la Universidad Técnica de Dortmund, demostraron que los bebés de un año piensan, hasta cierto punto, de forma racional. En su estudio mostraron a los lactantes un vídeo en el que aparecía una mujer que encendía una lámpara con la frente. La primera vez, las manos de la actriz se encontraban atadas; la segunda, no. Por tanto, en el primer caso no le quedaba más remedio que utilizar la cabeza para prender la luz. Los bebés lo entendieron: la mayoría no imitaron la manera de proceder de la mujer. En el segundo caso, no obstante, es probable que considerasen que encender la lámpara con la cabeza debía propiciar alguna ventaja: muchos intentaron accionar el interruptor con la frente.

Mediante EEG, el equipo de Heidelberg pretende averiguar si tales respuestas se plasman también en la actividad cerebral. ¿Se asombran los bebés cuando ven que una persona lleva a cabo una acción insólita o desconocida para ellos? Ciertamente, de acuerdo con los resultados iniciales, los niños prestan más atención al hecho de encender la lámpara con la cabeza a pesar de tener las manos libres. «Eso contradice sus expectativas», indica Langeloh. Se debería seguir ahondando en el porqué los lactantes imitan algunas acciones e ignoran otras.

Una investigación de Peykarjou retoma el trabajo de otros psicólogos del desarrollo que confirma que los bebés de seis meses reconocen a su madre en fotografías. Pero ¿influyen las expresiones faciales de la madre retratada en este proceso? Por otra parte, ¿reconoce el bebé a

Después de cada medición, los gorros de EEG se ordenan por tamaño y vuelven a colgarse junto con sus correspondientes cables.

Los bebés de seis meses reconocen a su madre en fotografías

las personas que acaba de conocer? Con el fin de averiguarlo, los científicos comparan tres escenarios. Por un lado, entremezclan en una serie de instantáneas de otras personas la imagen de su madre (el cerebro del niño debería reaccionar ante la fotografía materna de forma distinta que ante las demás). Por otro, Langeloh interactúa con el niño durante un par de minutos antes de la prueba. «Analizaremos si el niño también me reconoce a mí en las fotos», explica la investigadora. Como tercer paso, muestran el retrato de una persona desconocida al lactante durante solo 30 segundos. En este último supuesto, el equipo espera que no se genere ninguna reacción particular en el cerebro del bebé.

¿Se refleja el efecto de la experiencia en el patrón del EEG de manera más notable cuantas más veces y cuanto más tiempo ha visto un niño a una persona? Lina, de cinco meses, participa en el ensayo para conocer la respuesta. A su llegada al centro, se despierta de la corta siesta que ha podido hacer en el carrito que empujaban sus padres. Se deja poner el gorro de EEG con una serenidad estoica. Cuando empieza la prueba, ríe con alegría.

Los experimentadores enseñan a Lina una sucesión de seis fotografías por segundo. La mayoría muestran a personas desconocidas, pero en cada quinta imagen aparece Langeloh, a quien la pequeña acaba de conocer. «El cerebro de la niña reacciona a los estímulos con una oscilación de la misma frecuencia que estos», indica Höhl. Es decir, con seis imágenes por segundo, el patrón de la actividad eléctrica cerebral presenta una frecuencia de 6 hercios. Sin embargo, si el bebé diferencia entre los rostros conocidos y los desconocidos, la frecuencia cambiará: dado que la cara de Langeloh aparece de media 1,2 veces por segundo, se observará una señal con una frecuencia de 1,2 hercios. Si el EEG registra ese patrón, puede inferirse que la niña ha establecido una diferencia entre los rostros.

Parece que Lina posee un talento natural para la experimentación. Permanece sentada, calmosa, y mira fijamente las imágenes que aparecen en el monitor. Langeloh no oculta su entusiasmo: «¡Las señales son estupendas, como las de los adultos!». En la pantalla se suceden las caras con rapidez, a tanta velocidad que parece casi imposible reconocerlas. ¿Sucede ese reconocimiento de manera inconsciente? Los adultos tampoco se dan necesariamente cuenta de que su cerebro reacciona ante algo conocido. El análisis de los datos revelará si ocurre lo mismo en Lina.

Las investigadoras parten de la idea de que el fenómeno del reconocimiento de rostros se reflejará de forma más marcada en las frecuencias de EEG cuanto más tiempo haga que el niño conoce a la persona. Por tanto, sus reacciones ante las fotografías de la madre deberán ser más notables que las que se registren cuando ve, por ejemplo, una imagen de la directora del ensayo, a la que acaba de conocer.

Tras unos diez minutos, el brío de Lina disminuye. Es hora del biberón. Cuando la niña termina de comer, el padre elimina de su pelo los restos de gel. Se trata de una solución salina hidrosoluble que aumenta la conductividad de los electrodos durante la medición. Por su parte, los responsables del ensayo se muestran satisfechos; los experimentos no siempre salen tan rodados. «Lo bonito de mi trabajo es que combina la investigación con el contacto con personas, sobre todo bebés», se despide Langeloh. Los investigadores ya preparan el laboratorio para el próximo participante. ★

Artículo publicado en *Mente y Cerebro* n.º 85

PARA SABER MÁS

Neural correlates of human-animal distinction: An ERP-study on early categorical differentiation with 4- and 7-month old infants and adults. V. Marinović et al. en *Neuropsychologia*, vol. 60, págs. 60-76, 2014.

How do neural responses to eyes contribute to face-sensitive ERP components in young infants? A rapid repetition study. S. Hoehl et al. en *Brain and Cognition*, vol. 95, págs. 1-6, 2015.

9-month-old infants recognize individual unfamiliar faces in a rapid repetition ERP paradigm. S. Peykarjou et al. en *Infancy*, págs. 1-24, 2016.

Categorical ERP repetition effects for human and furniture items in 7-month-old infants. S. Peykarjou et al. en *Infant and Child Developement*, 2016; doi: 10.1002/icd.2016.

EN NUESTRO ARCHIVO

Así piensan los bebés. Alison Gopnik, *en este mismo número*.

Expertos en rostros. Stefanie Höhl, *en este mismo número*.

OLFATO Los recién nacidos reconocen el olor de su madre y el de los alimentos que ella ha consumido durante el embarazo. Incluso en el útero materno manifiestan preferencias olfatorias. ¿Vienen estas programadas genéticamente o se aprenden?

Formación de las preferencias olfatorias

BENOIST SCHAAL Y MARYSE DELAUNAY-EL ALLAM

Los aromas de la primera infancia quedan anclados en el cerebro.

FOTOLIA / FRANÇOIS DU PLESSIS

LOS AUTORES

Benoist Schaal es director del Centro del Olfato y Gusto del Centro Nacional de Investigaciones Científicas de Francia. *Maryse Delaunay-El Allam* trabaja en la Universidad de Caen.

«El olfato no debe ser muy activo en la primera edad, cuando la imaginación, que pocas pasiones ha excitado todavía, no es muy susceptible de emociones y aún no se tiene bastante experiencia para prever con un sentido lo que otro nos promete. [...] Cierto que este sentido es todavía obtuso y se halla casi embotado en la mayoría de los niños. No porque la sensación no sea en ellos tan fina, y quizá más, que en los adultos, sino porque, no teniendo ninguna otra idea, ellos no se ven afectados fácilmente por un sentimiento de placer o pena, y porque ni los halaga ni los atormenta como a nosotros.»

Así contempla Jean-Jacques Rousseau, en su obra *Emilio o sobre la educación* (1762), las disposiciones del olfato de los infantes. Abandonando en este caso su propensión a la controversia, se apunta a la opinión de su tiempo que desconfiaba y despreciaba el sentido del olfato como algo salvaje, inculto y animal. Esta concepción, vigente hasta los años sesenta y setenta del siglo pasado, ha sido revisada a la luz, por un lado, de las investigaciones en psicología sobre las competencias sensoriales y cognitivas de los bebés, y, por otro, de los conocimientos de la etología sobre la función de los olores en la conducta de los animales y humanos.

Hoy se sabe que el olfato es muy activo en los niños. Las sensaciones quimiosensoriales (es decir, cuando una sustancia química desencadena impresiones olfativas o gustativas) van acompañadas, desde los primeros instantes que siguen al nacimiento, de reacciones afectivas contrastadas. Determinados olores (o sabores) atraen a los recién nacidos, mientras otros les provocan rechazo y repulsión. La primera mención de estas reacciones olfativas precoces se remonta a Galeno (130-200), quien las describió al observar las predilecciones de un cordero que acababa de nacer.

En 1974, Jacob Steiner, de la Universidad de Jerusalén, inició la investigación sistemática del fenómeno en los humanos. Sometió a unos recién nacidos hacía como máximo 12 horas a una paleta variada de estímulos olfativos (plátano, mantequilla, vainilla, gambas y huevo podrido) antes de cualquier otra ingestión posnatal. Los olores placenteros, a juicio de los adultos, desencadenaban reacciones faciales y bucales que reflejaban la satisfacción de los bebés; en cambio, aquellos que los adultos tenían por desagradables lo eran también para los neonatos.

Steiner postula que determinados olores son más aceptables que otros para el cerebro neonatal y propone la existencia de un bucle reflejo de reacción a las estimulaciones quimiosensoriales. Dicho de otro modo, desde los primeros instantes de vida, operan los sistemas de tratamiento afectivo de la información olfatoria y los sistemas de reacción asociados. De esta forma, a los recién nacidos les gusta o no tal o cual olor (o sabor).

A través de qué mecanismos, el cerebro de un recién nacido, en principio cándido respecto al valor placentero de las estimulaciones sensoriales, puede expresar tan precozmente sus preferencias? A estas realizaciones se las suele calificar de «predispuestas» o determinadas genéticamente, es decir, que se desarrollan sin necesidad de una experiencia previa. Pero el aprendizaje desempeña también una función importante en la organización precoz de las preferencias. Según veremos, los mecanismos que permiten las primeras expresiones de placer ligadas a los olores son múltiples y contribuyen a que las decisiones del ser inmaduro sean de las mejor adaptadas a las necesidades.

El olor del seno materno

A partir del nacimiento, se ponen a funcionar diversos mecanismos de adquisición de olores. Algunos se apoyan en la familiaridad pasiva respecto de un clima olfatorio: basta que un olor se presente para que resulte familiar y, por tanto, más atractivo que cualquier otro nuevo. Algunos implican procesos de aprendizaje complejos y especializados. La mamada, debido a las numerosas estimulaciones y gratificaciones que combina, constituye una situación óptima para el rápido establecimiento de las preferencias neonatales, las olfativas en particular.

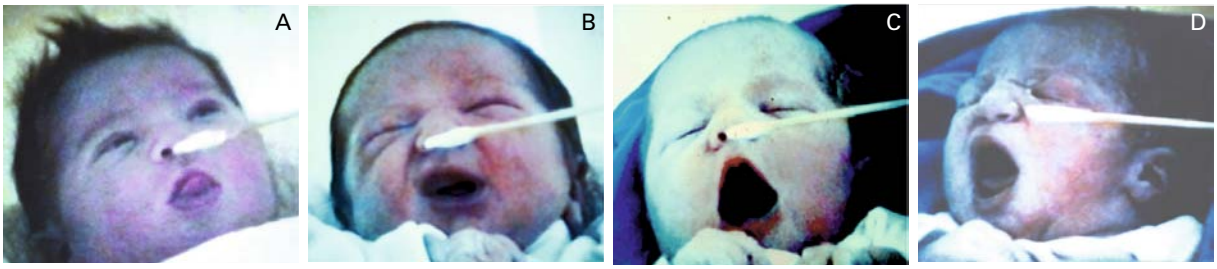
En 2006, demostramos que si se aplicaba sobre el seno materno una pomada que oliera a manzanilla, el recién nacido empezaba a preferir ese olor sobreañadido. Después de unos cuantos amamantamientos, dicha atracción por la fragancia artificial asociada al seno resultaba equivalente a la que desencadena el olor de la leche materna. En otras palabras, un olor adquirido en el contexto neonatal posee un poder de atracción notable. Y esta atracción puede ser duradera, pues seis meses después de suspender la exposición, el bebé seguía prefiriendo el olor a la manzanilla frente a otros.

En síntesis: Dentro y fuera del útero

1 A partir del nacimiento, se ponen en marcha diversos procesos de adquisición de los olores. El recién nacido detecta y memoriza sobre todo los de la madre.

2 Los olores, que se asocian pronto a las estimulaciones de los otros sentidos, pasan a constituir elementos importantes del mundo multisensorial del niño.

3 Con todo, los estímulos olorosos que el bebé percibe dentro del útero materno le resultan más atractivos que el olor descubierto después de nacer.



DE: «HUMAN FOETUSES LEARN ODOURS». B. SCHAAL, L. MARLIER Y R. SOUSSIGNAN EN *CHEMICAL SENSES*, VOL. 25, N.º 6, PÁGS. 729-737, 2000, OXFORD UNIVERSITY PRESS

Pocas horas después del parto, los recién nacidos husmearon gasas impregnadas con olor a anís. Si los niños estaban acostumbrados, ya en el útero, a dicho aroma por la alimentación de la madre reaccionaban positivamente (*A*, *C*). En caso contrario, el olor les provocaba rechazo (*B*, *D*).

Este olor «intruso» de manzanilla permite poner de manifiesto qué sucede en el momento de los intercambios espontáneos entre el neonato y su madre. El recién nacido detecta y memoriza los olores naturales matearnos. Se ha comprobado, en múltiples ocasiones, que el olor del seno se vuelve muy pronto atractivo desde los primeros amamantamientos. Un fennómeno que también sucede con los olores del cuello y de las axilas de la madre.

Pero, según se les alimente con la leche materna o con el biberón, los bebés no se enfrentan a las mismas situaciones de aprendizaje olfatorio. Mientras que los lactantes que toman el pecho durante dos semanas prefieren el olor axilar de su madre y no el de otra mujer, los alimentados con biberón no hacen esta distinción. La diferencia estriba en el grado de exposición directa a la piel materna. De este modo, los bebés alimentados con leche de la madre no distinguen el olor axilar de su padre (al que nunca han estado expuestos directamente) del de otro hombre.

En la mayoría de estas experiencias se utiliza un test de doble elección: se coloca al recién nacido en una silla adaptada y se le filma cuando se le presentan, a derecha e izquierda, dos gasas, una de las cuales está empapada del olor estudiado. El experimentador, que no sabe nada de la naturaleza de los estímulos ni de qué lado se presentan, mide la duración de la orientación de los bebés hacia uno u otro olor, así como los movimientos de su boca cuando gira la cabeza hacia las fuentes olorosas.

Este tipo de asociación entre olor y lactancia se observa también en el caso del biberón y en otros contextos no alimentarios. Si, desde el día de su nacimiento, se da un suave masaje a un bebé en presencia de un olor concreto, el infante será atraído después por esa misma fragancia. A los tres o cuatro meses, los niños de pecho pueden asociar un olor con una forma visual. Más tarde, miran durante más tiempo ese objeto, entre otros muchos, cuando se les vuelve a presentar el olor en cuestión. Así pues, los olores, asociados pronto a las estimulaciones de los otros sentidos, se convierten en elementos importantes del mundo multisensorial del niño. Las estimulaciones olfativas que pasan a controlar el comportamiento del bebé son variadas, así como múltiples los contextos y los mecanismos implicados (familiarización, asociación y condicionamiento).

De todas formas, esta plasticidad parece que presenta excepciones. En algunos casos, los aprendizajes olfativos se forman mejor si tienen lugar en momentos concretos del desarrollo. Estos períodos calificados de *sensibles* se han constatado en crías de distintas especies. Entre ellas, la nuestra.

El período justo después del nacimiento parece particularmente favorable a la adquisición de los olores. Este fenómeno se refleja, por ejemplo, en el consumo de alimentos poco gustosos, como las leches hipoalergénicas, de olor desagradable y sabor ácido y amargo. Los bebés alimentados con este tipo de producto lácteo durante los dos primeros meses de vida se acomodan sin dificultad. Pero si se empieza a suministran esas leches a partir de los siete u ocho meses, el niño lo rechaza con muestras de desagrado. Ignoramos si semejante cambio de preferencias ligadas a una exposición precoz se debe a alteraciones de los mecanismos de percepción (en función de la maduración sensorial) o a fluctuaciones de las reacciones ante la novedad.

La plasticidad de las primeras reacciones posnatales a los olores estaría también influenciada por el orden de aparición y por la similitud. En algunos casos, la exposición repetida a un olor no implica necesariamente una preferencia. Si se ofrece a neonatos que han amamantado la madre la posibilidad de elegir entre el olor predominante de su entorno prenatal (líquido amniótico) y el olor del primer alimento posnatal (leche materna), se inclinan por este último a partir del cuarto día de vida. Si se repite el experimento con bebés que han sido alimentados con leche artificial, no manifiestan las mismas preferencias: a los cuatro días tienden a optar por el olor amniótico antes que elegir el de la leche artificial, pese a que se hayan alimentodo de ella cinco o seis veces al día desde su nacimiento.

Sentir en el útero

El olor adquirido en el útero sigue resultando para el bebé más atractivo que el olor descubierto después de nacer. Por consiguiente, el aprendizaje precoz de un olor puede

FOTOLIA / HANS SLEGERS

Durante el amamantamiento, el lactante aprende el olor del pecho y de las axilas de la madre. Muy pronto prefiere esos olores a los de otras mujeres.

depender de experiencias anteriores al nacimiento. El olor y sabor del líquido amniótico se parecen más a los de la leche materna que a los de la artificial. Ello favorece la ventaja de lo «ya percibido», de manera que el niño acepta la leche de la madre con mayor facilidad. Ello no excluye la posibilidad de que la leche humana contenga sustancias que faciliten los aprendizajes.

De entrada, parece sorprendente que las competencias olfatorias puedan funcionar ya en el feto. Por un lado, el sistema nervioso fetal es inmaduro y, por otro, se venía creyendo que el líquido que baña las vías nasales constituían un obstáculo mecánico que limitaba el acceso de sustancias aromáticas al órgano olfativo. Al parecer, no es así. El feto puede detectar las sustancias aromáticas y gustativas transportadas por el líquido amniótico que circula por las vías respiratorias. Además, el sistema nervioso implicado en el tratamiento de la información olfatoria es suficientemente maduro y desarrollado como para producir sensaciones y memorizarlas. Este fenómeno se ha comprobado en fetos de animales de diversas especies. Por lo que concierne a los humanos, se sabe que los niños prematuros nacidos dos meses antes del plazo reaccionan a los olores.

Esta aptitud sensorial fetal se ejerce en un medio cambiante, cuya composición depende de los aromas consumidos por la madre. El análisis del líquido amniótico ha demostrado que los compuestos olorosos de la alimentación materna se transfieren al líquido amniótico y al feto. Aromas complejos, entre ellos, comino, curry, anís, ajo, chocolate o incluso zanahoria pasan fácilmente al compartimiento fetal.

¿Preferencias preestablecidas?

Hacia el final de la gestación, el cerebro fetal retiene informaciones sensoriales. Ello permite a los experimentadores investigar la naturaleza de las estimulaciones a las que el bebé ha sido expuesto y que ha memorizado mientras se encontraba en el vientre materno. Con ese objetivo, ofrecen a los neonatos sustratos olorosos con los que estuvieron en contacto en el líquido amniótico, y cuantifican sus reacciones. De este modo se ha demostrado que los recién nacidos reconocen el olor del líquido amniótico y que, a los tres días de nacer, prefieren su propio olor amniótico antes que el de otro feto. El cerebro fetal extrae y retiene la información olfatoria presente en el líquido amniótico y el cerebro neonatal puede rememorarla.

Múltiples trabajos han confirmado estos resultados. Algunas madres han aceptado añadir a su alimentación un aroma determinado (por ejemplo, de anís) durante los últimos días de embarazo. Al presentar un olor puro de anís a los neonatos que estuvieron expuestos a dicho olor mientras se hallaban en el útero materno, dirigían su nariz hacia el aroma con una frecuencia mayor que el resto de los probandos. En cambio, los bebés de madres que no tomarom nunca dicha sustancia, se orientaban al azar. Por tanto, las preferencias olfatorias dependen de la experiencia prenatal, por el juego de mecanismos cognitivos (familiarización y asociación) probablemente semejantes a los que intervienen en los aprendizajes posnatales.

De todas formas, la notable maleabilidad de los aprendizajes olfatorios del feto y del recién nacido no debe enmascarar hallazgos importantes. Primero, los bebés prefieren el olor de la leche materna o del seno de una mujer que amamanta. Si en un test de elección simultánea se expone a los bebés a los olores de leche materna o artificial, incluso los niños alimentados con esta última prefieren el aroma de la leche materna, aunque no la hayan probado nunca. Esta atracción hacia el olor de la leche humana se ha observado en niños nacidos dos meses antes de plazo.

La leche materna y el seno en período de lactancia emiten compuestos volátiles que desencadenan reaccio-

Los gazapillos buscan las tetillas de la coneja. Se orientan por una molécula aromática de la leche materna (una feromona) que, aunque en una concentración mínima, ejerce una poderosa fuerza de atracción en las crías.

nes sistemáticas de atracción y apetencia en los recién nacidos. Estas reacciones neonatales, de entrada positivas, ¿se basan en elementos aromáticos comunes a la leche materna y al líquido amniótico? ¿O dependen de mecanismos fisiológicos específicos? Se han propuesto varias hipótesis.

Las reacciones de atracción de las crías hacia la leche materna se presenta también en otros mamíferos. El caso más remarcable es el del gazapo, que reacciona con vigor al olor de la leche de la madre con movimientos de búsqueda y aprensión oral. En 2003, demostramos, en colaboración con Gérard Coureaud y Dominique Langlois, en el Centro Europeo de Ciencias del Gusto y del Olfato en Dijon, que la leche de la coneja provocaba una intensa respuesta en los gazapillos, aun cuando se les hubiera privado de ella o aunque hubiesen nacido prematuros.

El poder de atracción de la leche de la coneja se debe a una molécula olorosa (la feromona 2-metil-butodienal) emitida en concentraciones infinitésimales. Dado que este compuesto no es detectable en el líquido amniótico, no resulta probable que su efecto provenga de la exposición fetal. Se considera, en cambio, que dicha feromona estimula las vías perceptivas y motrices predispuestas, cuyo desarrollo es independiente de toda experiencia anterior. De esta manera, además de desencadenar comportamientos de búsqueda y aprensión bucal, la molécula de la leche de la coneja favorece el aprendizaje de los olores que le están asociados. Durante los primeros días tras el nacimiento, determina las adquisiciones olfatorias precoces e incrementa rápidamente la paleta de olores significativos para las crías.

¿Conlleva el entorno olfatorio de la primera infancia consecuencias a largo término? A corto plazo, la experiencia olfativa precoz interviene en el desarrollo armónico del recién nacido: mientras el cerebro del bebé se apropia las características del entorno, la madre produce pasivamente puentes sensoriales que lo preparan para la etapa siguiente de su desarrollo. Lo hemos mencionado: los olores adquiridos por el feto son indisociables del perfil de los estímulos recibidos en el medio amniótico.

MARYSE DELAUNAY-EL ALLAM

Este bebé de tres días es capaz de elegir entre distintos olores, que fluyen de diversos puntos del mecanismo alrededor de su cabeza. Si el niño se gira hacia el olor de la leche materna, realiza movimientos «apetitivos» con la boca y la lengua, como si quisiera mamar.

Pero los aromas de la alimentación materna transmitidos al feto pasan también al calostro (el primer líquido segregado por las glándulas mamarias después del parto) y a la leche, configurando así un primer puente olfativo por encima de la ruptura que representa el nacimiento. La madre posibilita que el recién nacido se aclimate al medio posnatal, suavizándole la transición hacia lo nuevo y posibilitándole al bebé internarse en las exploraciones que ponen en movimiento a todos los sentidos.

La adaptación sensorial del neonato prosigue a través del amamantamiento y los contactos con la madre, los cuales favorecen su crecimiento y la actualización de los conocimientos del bebé sobre su entorno. El bebé memoriza también las características olorosas de la leche y tiende a buscarlas después. Así, la experiencia olfatoria reiterada de la leche materna modula las preferencias del bebé en el momento del destete, cuando ha de probar, por primera vez, alimentos distintos. De igual modo, los bebés alimentados durante los cinco primeros meses de vida con leche artificial que contienen compuestos de olor desagradable (amargos y ácidos) prefieren, a los cuatro o cinco años las bebidas ácidas o los alimentos amargos, como el brécol.

Los aprendizajes tempranos pueden estar determinados por un aroma dominante, pero también se encuen-

tran marcados por la variedad de aromas que se experimentan durante el desarrollo. Por la diversidad de la propia alimentación, la madre expone a su hijo a una variabilidad mayor o menor de la sensibilidad química. La forma en que ha estado alimentado el bebé diferencia dos grupos de niños: los que han tomado leche materna están expuestos, en el curso de la misma mamada y de una mamada a otra, a sensaciones olfativas y gustativas fluctuantes, mientras que los que han recibido un producto lácteo reciben impresiones quimiosensoriales bastante menos variadas. Aunque desconocemos las consecuencias funcionales de la alimentación temprana, se sabe que influyen sobre las reacciones del bebé ante alimentos novedosos: los recién nacidos a los que ha amamantado su madre son más propensos a admitir alimentos nuevos.

El recuerdo de los olores infantiles

Los aprendizajes tempranos son, pues, en cierta medida, señales sensoriales que dispensa la madre. Se adquieren durante los períodos privilegiados de «apertura» neurocognitiva y perduran en la infancia e, incluso, más allá. En otros mamíferos se ha comprobado que la memoria de los olores con que se encuentra el jovencísimo organismo regula las futuras elecciones alimentarias y sus afinidades sociales y sexuales. Pero este tipo de datos resultan extraños en el caso de los humanos. Sin embargo, cuando se pregunta a adultos de entre 20 y 35 años sobre los olores que más les han impresionado a lo largo de su vida, el 38 por ciento de ellos evocan los agradables recuerdos de la infancia, ligados muchas veces a la madre. Igualmente, los recuerdos olfativos negativos son bastante estables, pues pueden seguir vivos durante más de 50 años. Los contextos olfativos infantiles son especialmente resistentes al olvido, lo cual explica su capacidad de evocar recuerdos antiguos. En 2002, Simon Chu y sus colegas, de la Universidad de Bristol, confirmaron que la evocación de recuerdos en las personas de más de 65 años es más fácil cuando se las expone a olores que cuando se proponen palabras. Más aún, estos indicios olfativos suelen hacer resurgir recuerdos de sucesos vividos antes de los seis años, es decir, sesenta o más años atrás.

De todas maneras, los estudios sobre la persistencia de las memorias asociadas a contextos olfatorios de la primera infancia son escasos y parciales, y deben valorarse con precaución. Aun así, un estudio llevado a cabo en Alemania revela que la experiencia olfativa prematura puede producir preferencias a largo plazo.

En 1999, el equipo encabezado por Egon Köster, de la Universidad de Utrecht, estudió el grado en que las personas alimentadas con leche artificial antes de 1992 (hasta ese año estaba permitido añadir vainilla a las leches infantiles de fórmula) apreciaban este aroma en comparación con las personas que habían estado alimentadas al pecho (poco expuestas a la vainilla). Pidieron a los dos grupos de adultos, con una media de edad de 28 años, que eligieran cuál de dos tipos de kétchup preferían (uno con aroma de vainilla y el otro sin). Las personas sobreexpuestas a la leche artificial escogieron la salsa de tomate avainillada; las demás, la versión normal.

Veamos otro ejemplo: la exposición regular al humo del tabaco. La experiencia sensorial a este estímulo se inicia en el feto cuando la madre fuma: la nicotina y los componentes aromáticos de los cigarrillos pasan con facilidad a los fluidos biológicos (líquido amniótico y leche). Después, la exposición regular al humo del ambiente refuerza una asociación positiva en el bebé. Por último, la imitación y la identificación con el modelo adulto pueden acabar fijando un consumo de tabaco estable. Los estudios epidemiológicos indican que, en esa secuencia que va del niño al adolescente fumador regular, la fase de exposición uterina desempeña una función importante. Pero el caso del tabaco es complejo, porque los efectos quimiosensoriales son difíciles de separar de los efectos farmacológicos: la nicotina es, a la vez, un estímulo quimiosensorial y un factor de dependencia.

En resumen, el cerebro en formación es receptivo a las influencias de su entorno quimiosensorial y, sobre todo, al olfativo, el cual resulta de las preferencias maternas y familiares. Según las experiencias adquiridas al comienzo de su desarrollo, el niño apreciará y buscará estímulos determinados, con preferencia a otros, en su vida futura. ★

Artículo publicado en *Mente y Cerebro* n.º 35

PARA SABER MÁS

Chemical and behavioural characterization of the rabbit mammary Pheromone. B. Schaal et al. en *Nature*, vol. 424, págs. 68-72, 2003.

Olfaction in the fetal and premature infant: Functional status and clinical implications. B.Schaal et al. en *Clinics in Perinatology*, vol. 31, págs. 261-285, 2004.

Learning at the breast: Preference formation for an artificial scent and its attraction against the odor of maternal milk. M. Delauney-El Allam et al. en *Infant Behavior and Development*, vol.29, n.º 3, págs. 308-321, 2006.

EN NUESTRO ARCHIVO

El olfato. Hanns Hatt en *MyC* n.º 11, 2005.

PACKS TEMÁTICOS DIGITALES

Minicolecciones de monografías
sobre temas científicos clave

EL CEREBRO

27,60€
21,99€

- El cerebro, hoy
- El cerebro
- Las neuronas
- Neuroglia

LENGUAJE HUMANO

18,40€
14,99€

- El lenguaje humano
- Lenguaje y comunicación
- Multilingüismo

INTELIGENCIA Y COGNICIÓN

27,60€
21,99€

- Inteligencia viva
- La consciencia
- Orígenes de la mente humana
- En busca de la consciencia

PERCEPCIÓN

20,70€
15,99€

- Los cinco sentidos
- Ilusiones
- El mundo de los sentidos

Y descubre muchos otros packs temáticos digitales y en papel en:

www.investigacionyciencia.es/catalogo

Teléfono: 934 143 344 | administracion@investigacionyciencia.es

Prensa Científica, S.A.

TACTO El sentido del tacto ayuda a los niños a construir ideas abstractas a partir de experiencias concretas. También favorece el pensamiento simbólico, capacidad esencial para el aprendizaje del lenguaje y las matemáticas

Aprender a través de la exploración táctil

DEREK CABRERA Y LAURA CABRERA

Una noche, mientras uno de nosotros (Colosi) preparaba la cena, Gianna, su hija de seis años, apareció con diez pequeños trozos de papel en la mano. Explicó que había estado haciendo los deberes y que cada uno de los pedacitos contenía una de las palabras que debía aprender. Cuando su madre le preguntó por qué había desmenuzado la lista de vocablos, la niña respondió encogiéndose de hombros: «Así puedo hacer cosas con ella». Para Gianna, los conceptos abstractos se comprenden mejor cuando los transforma en objetos físicos. En este caso, se trataba de pedazos de papel que podía sostener, sentir y manipular.

La conexión entre el tacto y la comprensión es instintiva: comienza en la infancia y continúa, de forma diversa, a lo largo de toda la vida. Diferentes experimentos han demostrado que el sentido del tacto es tan importante como la vista para aprender y retener información. También se sabe que las actividades táctiles (jugar con bloques de madera, por ejemplo) ayudan a los niños a mejorar desde las habilidades matemáticas hasta las capacidades de razonamiento. Somos arquitectos del conocimiento: construimos edificios intelectuales a partir de experiencias físicas.

Muchas escuelas todavía basan sus currículos en el viejo paradigma de que el conocimiento fluye de un instructor experto a un estudiante pasivo. Esta forma de enseñanza predomina, sobre todo, después de la educación preescolar, es decir, desde la escuela primaria hasta el bachillerato, período en el cual la instrucción se apoya menos en la exploración práctica y más en la pura memorización para obtener buenos resultados en los exámenes. En contraste, la háptica (el estudio de cómo el sentido del tacto influye en la interacción de las personas con el entorno) sugiere que si los educadores estimularan todos los sentidos de sus estudiantes, estos no solo aprenderían más; también razonarían mejor.

El potencial para expandir la mente del aprendizaje háptico no está reservado solo a los niños. LEGO, el fabricante de juguetes danés, creó un programa de entrenamiento, Serious Play, destinado al mundo empresarial. Equipos de empleados construyen modelos con las piezas y los utilizan para representar escenarios de negocio (la anexión de una empresa, por ejemplo), con el fin de suscitar ideas nuevas e impulsar el espíritu corporativo. Según el sitio web de la compañía, la inspiración para el programa nació de Platón, quien escribió el famoso aforismo: «Puedes descubrir más sobre una persona en una hora de juego que en un año de conversación». También puede ayudar a descubrir más acerca del mundo.

Jugar por instinto

Para los niños, el juego no necesita aprenderse. Es instintivo. Forma parte de su manera de ser. Incluso a edades tempranas, experimentan con el tacto y el movimiento para descubrir qué pertenece a ellos mismos y qué a su entorno. Los bebés patalean, baten los brazos y retuercen sus miembros para conocer los límites de su cuerpo.

El sentido del tacto ayuda a los niños a aprender y a entender conceptos abstractos.

ISTOCK / NATALIADERIABINA

En síntesis:

Tocar es pensar

1 El aprendizaje mediante el tacto es instintivo. Incluso los recién nacidos reconocen objetos a través del tacto.

2 Al principio, el aprendizaje táctil supone la manipulación de objetos. A medida que los niños van madurando, comienzan a relacionar los objetos físicos con ideas abstractas.

3 La exploración manual ayuda a los niños a aprender y a recordar lo que van descubriendo. También potencia las habilidades matemáticas, verbales y de razonamiento.

ISTOCK / SCHAKUTJEE

Mucho antes de que un niño comprenda el lenguaje, el tacto le posibilita el aprendizaje. Cuando los bebés manipulan sus propias extremidades, intentan descubrir qué forma parte de su cuerpo y qué está fuera de él.

La noción de que el juego posee un valor más profundo que la mera diversión no es nueva. En 1693, el filósofo John Locke (1632-1704) propuso ayudar a los niños a adquirir el lenguaje mediante dados y otros juguetes con letras impresas para enseñarles el alfabeto. En el siglo XIX, Friedrich Fröbel (1782-1852), educador alemán considerado el padre de la educación preescolar, argumentó que integrar el juego en el ámbito educativo involucraría a los niños e impulsaría en ellos un interés a largo plazo por aprender. Su propuesta contradecía la creencia, ampliamente defendida en aquella época, de que no se podía enseñar a los niños menores de siete años porque no eran capaces de mantener la atención. Fröbel creó una serie de bloques —hoy conocidos como «regalos de Fröbel»— para ayudar a los alumnos a aprender a través del juego manual.

En los años sesenta, el psicólogo del desarrollo Jean Piaget (1896-1980) propuso que los niños dan sentido al mundo y adquieren las habilidades que necesitarán para afrontar la vida adulta a través del juego. Piaget afirmó que hasta los siete años, aprenden sobre todo por imitación, juego y manipulación de objetos. Primero desarrollan los reflejos y la coordinación óculo-manual y experimentan con habilidades espaciales; solo más tarde se valen de imágenes y palabras para representar objetos y clasificarlos. Los niños más mayores desarrollan habilidades lógicas y de razonamiento mediante la manipulación y la ordenación de objetos, actividades que les aportan el dominio de conceptos como el tamaño, la cantidad y la longitud. Según resume Seymour Papert, del Instituto de Tecnología de Massachusetts, y uno de los seguidores de Piaget: «Un mejor aprendizaje no se conseguirá a través del descubrimiento de mejores maneras para que el profesor instruya, sino dando al alumno mejores oportunidades para construir».

Aprehendiendo el currículo

Una miríada de los llamados manipulables (versiones estandarizadas de los pedazos de papel de Gianna) llena las aulas de preescolar: bloques de madera, ábacos, monedas o letras elaboradas con papel de lija. No sin razón: la retroalimentación háptica puede ayudar a los niños a retener información y a perfilar sus habilidades académicas.

En 2006, el profesor de Ciencias de la Educación de la Universidad estatal de Carolina del Norte M. Gail Jones y sus colaboradores llevaron a cabo experimentos a nanoescala con un virus simulado. Un total de 36 estudiantes de ciencias de secundaria y bachillerato debían medir, desplazar, cortar y presionar el microorganismo. Un grupo de sujetos disponía de una palanca de mando háptica unida al microscopio para el ensayo, por lo que podía «sentir» el virus. El otro grupo, en cambio, utilizaba un ratón para mover el organismo bajo el microscopio; la retroalimentación, en su caso, era solo visual. Al final del experimento, se entregó un cuestionario a cada estudiante con el objetivo de valorar los conocimientos que habían adquirido. Según se comprobó, los alumnos que habían experimentado una retroalimentación háptica recordaban un mayor número de características del virus; además, la lección les pareció más interesante en comparación con los otros probandos.

Tocar y manipular objetos también favorece el pensamiento simbólico, una capacidad esencial en el aprendizaje del lenguaje y las matemáticas. A lo largo de 16 años, Charles H. Wolfgang, de la Universidad Estatal de Florida, estudió los juegos con bloques en 37 niños de preescolar. Al comienzo de la investigación, cuando los participantes tenían cuatro años, Wolfgang y su equipo dejaron que jugaran con total libertad; les motivaron para que utilizaran tantos bloques como fuera posible. A lo largo de los años (en tercero y quinto de primaria,

LOS AUTORES

Derek Cabrera es doctor en educación y fundador, en Ithaca, Nueva York, del Laboratorio de Investigación Cabrera, una organización que desarrolla investigación, entrenamiento y herramientas en educación y sistemas de pensamiento. *Laura Cabrera* es cofundadora e investigadora del mismo centro.

así como en primero de secundaria), registraron su progreso académico a partir del Examen de Desempeño de California, su inscripción en clases de matemáticas y cursos avanzados y su media de resultados en bachillerato. Después, correlacionaron la actividad que había presentado cada participante al principio del estudio con los resultados en test matemáticos en la escuela y el bachillerato. Los niños que habían jugado más con bloques durante la etapa preescolar obtuvieron puntuaciones superiores en primero de secundaria y en el bachillerato en comparación con sus compañeros, según publicaron Wolfgang y sus colaboradores en 2001.

Otro de los autores (Cabrera) constató, mediante un estudio longitudinal de 15 años, que la exploración manual también contribuye a la mejora de cuatro habilidades de pensamiento esenciales para el aprendizaje: las capacidades de distinguir, de reconocer relaciones, de organizar sistemas y de aplicar perspectivas diferentes. En un principio, este aprendizaje implica la manipulación de objetos; de ahí la importancia del tacto. A medida que los niños maduran, comienzan a aplicar estos conceptos (que han aprehendido) a ideas abstractas.

Una capacidad temprana

Una de las principales lecciones que los niños adquieren a través del juego con las manos es la de distinguir un objeto de otro. Los humanos debemos discriminar continuamente entre palabras, localizaciones, conceptos, objetos y formas vivas con distintos grados de especificidad. Esta capacidad resulta vital: si los niños no supieran diferenciar entre las variedades de frutos silvestres o setas, no podrían determinar cuáles son comestibles y cuáles tóxicas. En 1997, la psicóloga Laura Namy, por entonces en la Universidad Noroccidental, y sus colaboradores observaron que niños menores de dos años ya diferenciaban y clasificaban objetos. Para ello, mostraron a bebés de entre 16 y 21 meses una caja con agujeros que solo admitía figuras esféricas y una serie de pelotas y cubos. Los probandos aprendieron con rapidez a diferenciar entre ambos tipos de objetos: introducían las bolas a través de los orificios de la caja y dejaban los cubos de lado.

La capacidad para discriminar a través del tacto se manifiesta incluso en los neonatos. En 2005, Arlette Streri, de la Universidad Descartes de París, afirmó en una revisión de su trabajo experimental con niños que, 16 horas después del nacimiento, los bebés ya podían reconocer un objeto con tan solo utilizar el sentido del tacto, incluso si se les presentaba el objeto desde un ángulo distinto.

Los investigadores dejaron que manipularan piezas con formas geométricas distintas y registraron cuánto tiempo dedicaban a explorar cada una. Según observaron, los neonatos empleaban menos tiempo con objetos que ya habían manipulado con anterioridad, lo que indicaba que ya los conocían y podían reconocerlos a través de su contorno. Dicho de otra manera, los bebés podían interpretar la forma del objeto desde distintas perspectivas, capacidad que precede a la habilidad adulta de entender el mundo desde la perspectiva de distintas personas. Incluso a tan temprana edad y antes de que se desarrolle el lenguaje, los niños saben discriminar de manera espontánea entre objetos.

Asimismo, el tacto ayuda a los más mayores a afinar esas habilidades cuando resulta necesario establecer distinciones más abstractas. Por ejemplo, entre mamíferos y reptiles, o entre un caballo y una cebra. En 2006, un estudio con niños de entre tres y ocho años reveló que los niños que jugaban a menudo con bloques de construcción tendían más a participar en actividades que

THINKSTOCK / VIKI2WIN

Los niños pequeños aprenden a distinguir pelotas de cubos y otras formas. Esta habilidad para discriminar se vuelve más refinada con la edad y forma la base para efectuar distinciones más abstractas. Por ejemplo, saber si una conducta es correcta o no.

incluyeran el uso de símbolos, como letras y números. Las psicólogas Karyn Wellhousen y Rebecca Giles, de la Facultad de Educación de la Universidad de Alabama del Sur, también comprobaron que esos escolares poseían un vocabulario más amplio, característica que quedaba patente en el modo de describir sus construcciones a compañeros y profesores.

Unir los puntos

El tacto también permite a los niños distinguir relaciones, una habilidad importante para muchas áreas de la vida. Maria Montessori (1870-1952), médica y educadora italiana, consideraba que el pensamiento puede expresarse antes con las manos que a través de las palabras. Utilizó numerosos materiales en sus escuelas para demostrar relaciones de magnitud. En el juego de la torre rosa, los alumnos apilan cubos de madera de dicho color de mayor a menor tamaño, de manera que forman una estructura que se va estrechando a medida que crece. A través de la manipulación y la colocación de los cubos, llegan a comprender cómo el tamaño de cada pieza se relaciona con su posición dentro de la estructura. Para enfatizar la relación entre las partes y el todo, las escuelas Montessori también utilizan el símil de una tarta dividida en porciones, con lo que se facilita el aprendizaje de los quebrados. En ambos casos, la solución consiste en colocar el conjunto de piezas en la posición correcta.

Los padres pueden improvisar esas lecciones en casa. Carter, el hijo de uno de los autores (Cabrera), se mostró desconcertado en su primer encuentro con las matemáticas. Ni cortos ni perezosos, padre e hijo juntaron un montón de cereales en forma de anillo y se sentaron a jugar. Carter tomó con la mano tres de ellos y los colocó en un objeto mayor (un bol pequeño), que representaba la unidad de tres. Con ello, el niño descubrió la relación entre la unidad (el bol con los tres cereales) y la cantidad (tres cereales): tienen el mismo valor, pero no son lo mismo. Un logro nada desdeñable si se tiene en cuenta que la comprensión de dicha diferencia supone la base para el álgebra y el concepto de variable.

ISTOCK / BLACKJAKE

La exploración táctil potencia las habilidades de razonamiento. Apilando monedas, los niños aprenden que dos montones de igual valor pueden ser muy distintos.

El tacto puede ayudar a los niños a organizar sistemas y a entenderlos

A medida que crece el conocimiento del concepto de relación, los niños se dan cuenta de que el mundo no consiste solo en objetos, sino también en sistemas formados por elementos. Aprenden pronto que su cuerpo incluye una cabeza, un tronco, unas piernas y unos brazos, y que, a su vez, la cabeza tiene ojos, orejas, nariz, boca y cerebro. A medida que pasa el tiempo, dominan sistemas cada vez más complejos: desde los tres átomos de la molécula de agua a un ecosistema compuesto por tierra, aire, agua, árboles y animales.

El tacto puede ayudar a los niños a organizar sistemas y a entenderlos. El objetivo es desarrollar mentes capaces de sintetizar información y de descomponerla en sus partes. En un experimento dirigido por James Minogue, de la Universidad del Estado de Carolina del Norte, los estudiantes de ciencias de secundaria recibieron retroalimentación háptica a través de un dispositivo desarrollado para ello mientras diseñaban una célula animal virtual. Sentían la forma, el tamaño, la textura, la viscosidad, la elasticidad y la resistencia al movimiento según ordenaban los orgánulos celulares. Obtuvieron un mejor resultado en la organización de su célula que los estudiantes que no habían recibido esa retroestimulación. Ese efecto positivo se manifestó sobre todo en los estudiantes que presentaban conocimientos escasos sobre la estructura celular antes del experimento.

En la piel del otro

Una vez que los niños entienden el modo en que los objetos se relacionan entre sí, su imaginación está lista para considerar el mundo desde distintas perspectivas, ya sea interpretar una guerra desde uno u otro bando o resolver una disputa en el patio. Aprender a ver los asuntos desde puntos de vista distintos constituye una habi-

AGE FOTOSTOCK

El juego simbólico es un modo práctico de imaginar qué se siente al ser otra persona. La simulación ayuda a los niños a desarrollar tolerancia, empatía y respeto al adoptar otros puntos de vista.

lidad esencial: además de aumentar el intelecto, lleva a cuestionarse las propias suposiciones y a aumentar las habilidades sociales, lo que fomenta la inteligencia emocional, la empatía y la compasión.

Aunque la perspectiva es una metáfora visual, puede percibirse solo a través del tacto. En 2010, Ryo Kitada, neurocientífico del Instituto Nacional de Japón de Ciencias Fisiológicas, y sus colaboradores colocaron una mano de plástico sobre una mesa a la que estaba sentado un adulto. La extremidad podía ser la derecha o la izquierda, podía mostrar la palma hacia arriba o hacia abajo; también podía señalar en cualquier dirección. Pidieron a los probandos que indicaran, con la mayor rapidez posible, a qué lado del cuerpo correspondía la mano. Para ello, debían pisar un pedal con el pie izquierdo o derecho. En algunos casos, se indicaba a los sujetos que imaginaran que la mano les pertenecía; en otros, que era la extremidad de la persona sentada enfrente. Unas veces podían ver la mano, aunque no tocarla; otras, la tocaban a ciegas. Según se comprobó, los tiempos de respuesta eran igual de rápidos y acertados cuando usaban solo el tacto o cuando empleaban únicamente la vista, incluso en las ocasiones en las que debían imaginar que la mano era de otra persona.

La exploración táctil proporciona una comprensión visceral de múltiples perspectivas. Los estudios con bebés demuestran que las actividades consistentes en clasificar manualmente objetos por tamaño, color o forma suponen un inicio precoz en la noción del concepto «punto de vista». Lo mismo ocurre con el juego fantasioso: cuando los niños utilizan títeres, muñecas o se disfrazan para crear escenarios imaginarios, aprenden a ver el mundo desde una posición privilegiada. En una investigación llevada a cabo en Austin en 1993, Stuart Reifel, de la Universidad de Texas, y June Yeatman, profesora de preescolar, registraron a niños de cuatro y cinco años hablando entre ellos mientras jugaban con diferentes objetos, juguetes y materiales de manualidades. Después de analizar las conversaciones, Reifel concluyó que los niños se meten en la piel de distintos personajes de forma rutinaria, cambiando con frecuencia de uno a otro. Esa suerte de juego de rol imaginativo les permite experimentar nuevas personalidades, pues adoptan una perspectiva novedosa en cada caso, según Reifel.

Cuando se trabaja con el niño para que aprenda a crear constructos mentales de la compleja red de relaciones entre objetos, ideas y personas, el sentido del tacto le prepara para afrontar cualquier problema, incluso los más difíciles. El premio nóbel James D. Watson, al explicar cómo descubrió, junto con Francis Crick, la estructura del ADN, reveló: «Además de papel y lápiz, las principales herramientas de trabajo fueron unos modelos moleculares parecidos a los juguetes de los niños preescolares. Todo lo que tuvimos que hacer fue construirlos y empezar a jugar». ★

Artículo publicado en *Mente y Cerebro* n.º 73

© *Scientific American Mind*

PARA SABER MÁS

The construction of reality in the child. Jean Piaget. Basic Books, 1954.

The connected family. Seymour Papert. Longstreet Press, 1996.

The hand: How its use shapes the brain, language, and human culture. Frank Wilson. First Vintage Books, 2001.

Hearing gesture: How our hands help us think. Susan Goldin-Meadow. Belknap Press de Harvard University Press, 2005.

Haptics in education: Exploring an untapped sensory modality. J. Minogue y M. G. Jones en *Review of Educational Research*, vol. 76, n.º 3, págs. 317-348, 2006.

Thinking at every desk. Derek Cabrera y Laura Colosi. Research Institute for Thinking in Education, 2009.

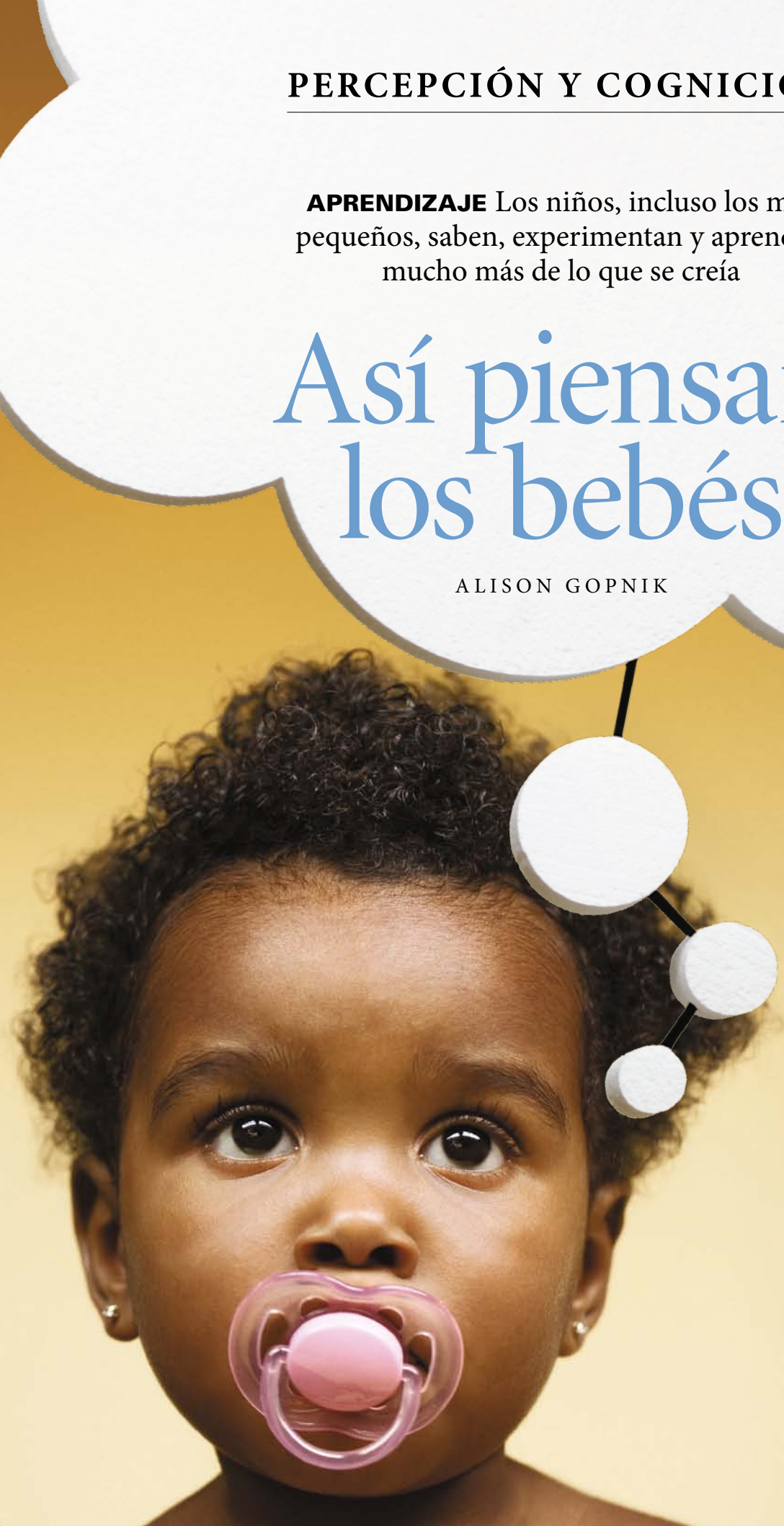
EN NUESTRO ARCHIVO

La lectura y el tacto digital. Florence Bara, Édouard Gentaz y Pascale Colé en *MyC* n.º 16, 2006.

APRENDIZAJE Los niños, incluso los más pequeños, saben, experimentan y aprenden mucho más de lo que se creía

Así piensan los bebés

ALISON GOPNIK



En síntesis:

Preparados para aprender

1 Las capacidades cognitivas de bebés y niños pequeños superan con mucho a las que tradicionalmente se les han venido atribuyendo. Pueden imaginar las experiencias de otras personas y captar relaciones causales.

2 Los niños aprenden sobre el mundo tal y como hacen los científicos: a partir de la experimentación, los análisis estadísticos y la formación de teorías que expliquen sus observaciones.

3 La prolongada indefensión de los niños pequeños quizá sea una necesidad de carácter evolutivo: una consecuencia derivada de poseer un cerebro apto para el aprendizaje y la creatividad.

Hace unos treinta años, la mayoría de los psicólogos, filósofos y psiquiatras consideraban a los bebés como seres irracionales, egocéntricos y amorales. Seres anclados en lo particular e inmediato, incapaces de comprender las relaciones causales, de imaginar lo que experimentan otras personas o de apreciar la diferencia entre realidad y fantasía. Aún hoy, sigue siendo común catalogar a los niños como «adultos deficientes».

Sin embargo, en los últimos tres decenios se ha descubierto que los niños, incluso los de edad muy temprana, saben más de lo que se creía posible. Aprenden sobre el mundo de modo muy parecido a como lo hacen los científicos: mediante experimentos, análisis estadísticos y formación de teorías intuitivas en el dominio de lo físico, lo biológico y lo psicológico. En los últimos diez años se han comenzado a entender los procesos mentales y los mecanismos neurológicos y evolutivos que subyacen bajo sus llamativas y tempranas facultades cognitivas. Estos hallazgos no solo nos obligan a modificar nuestras ideas sobre los niños de corta edad, sino que arrojan luz sobre la naturaleza humana.

Física para bebés

¿Por qué hemos tardado tanto en comprender el pensamiento infantil? Es cierto que, a primera vista, el comportamiento de un niño menor de cuatro años (el intervalo de edades al que nos referiremos aquí) no parece revelar procesos mentales demasiado complejos. Los bebés no saben hablar. Y los niños algo mayores, incluso los de preescolar, expresan sus pensamientos con dificultad. Si formulamos una pregunta de carácter general a un niño de tres años, lo más probable es que obtengamos como respuesta un hermoso pero incomprensible monólogo interior. En el pasado, investigadores como Jean Piaget, uno de los primeros estudiosos de la psicología infantil, llegaron a la conclusión de que el pensamiento del niño era irracional, ilógico, egocéntrico y «precausal» (falto de la noción de causa y efecto).

No obstante, desde finales de los años setenta del siglo pasado, la psicología infantil no se limita a analizar lo que los pequeños dicen, sino que se fundamenta en la observación de su comportamiento. Los bebés fijan la mirada más tiempo en los fenómenos que les resultan nuevos o inesperados que en los predictibles. Esa conducta permite adivinar lo que un niño espera que ocurra. Los resultados más firmes, sin embargo, proceden de los estudios que analizan las acciones voluntarias. ¿Qué objetos tratan de alcanzar los bebés? ¿Hacia cuáles gatean? ¿Cómo imitan los actos de quienes les rodean?

Los niños muy pequeños muestran gran dificultad para decirnos lo que piensan. Pero es posible emplear mejor el lenguaje para deducir lo que saben. Con el objetivo de reconstruir los pensamientos infantiles, Henry Wellman, de la Universidad de Michigan en Ann Arbor, ha analizado grabaciones de conversaciones espontáneas de niños. En lugar de preguntas de carácter general, a un niño se le pueden plantear preguntas muy concretas. Por ejemplo, pedirles que elijan una de entre dos opciones.

Los bebés saben mucho sobre el mundo que les rodea. Además, ese conocimiento no se restringe a meras sensaciones momentáneas. Renée Baillargeon, de la Universidad de Illinois, y Elizabeth S. Spelke, de Harvard, han descubierto que los niños de corta edad comprenden procesos físicos básicos, como las trayectorias de objetos móviles o la gravedad. Dedican más tiempo a mirar cómo un cochecito de juguete parece atravesar un muro macizo que a otros acontecimientos acordes con los principios de la física cotidiana.

En torno a los tres o cuatro años, los niños ya poseen algunas ideas elementales sobre biología y empiezan a comprender las nociones de crecimiento, herencia o enfermedad. Tal conocimiento biológico precoz revela que, cuando razonan sobre la naturaleza de los objetos, los niños no se limitan a las apariencias superficiales. Susan A. Gelman, también de Michigan, ha observado que los niños pequeños creen que animales y plantas poseen una «esencia», un núcleo invisible que permanece invariable aunque cambie su aspecto exterior.

Pero, de entre todos los aspectos posibles, el conocimiento más importante para niños y bebés es el relativo a la gente que les rodea. Andrew N. Meltzoff, de la Universidad de Washington, ha demostrado que los recién nacidos perciben a las personas como algo único e imitan sus expresiones faciales.

En 1996, Betty Repacholi (actualmente en Washington) y quien escribe descubrimos que los niños de 18 meses alcanzan a comprender que una persona pueda desear algo que ellos no desean. Una experimentadora presentó a niños de 14 y de 18 meses un cuenco de brécol crudo y otro con galletitas en forma de pez. Probó después un poco de cada cuenco, poniendo en un caso gesto de repugnancia y de agrado en otro. Entonces, extendió la mano y les dijo: «¿Me dais un poquito?». Los niños de 14 meses siempre ofrecían galletitas. Los de 18 meses, en cambio, le dieron brécol cuando ella fingía que le gustaba, si bien ellos nunca lo habrían escogido para sí mismos. Así pues, ni siquiera a tan temprana edad son los niños totalmente egocéntricos: pueden ponerse en lugar de otra persona. A los cuatro años, su comprensión de la psicología cotidiana se muestra más refinada aún. Pueden explicar, por ejemplo, que una persona está actuando de modo extraño porque cree en algo que no es verdad.

A finales del siglo pasado, los experimentos permitieron determinar cuán abstractos y elaborados son los pensamientos de los bebés, así como el impresionante incremento de sus conocimientos con la edad. Se ha llegado a sostener que los bebés ya nacen sabiendo gran parte de lo que saben los adultos sobre el comportamiento de cosas y personas. Es indudable que los neonatos no son meras páginas en blanco. Pero los cambios que

TODAS LAS FOTOGRAFÍAS DE ESTE ARTÍCULO: TIMOTHY ARCHIBALD

Los bebés se fijan más en sucesos novedosos o inesperados. Esta conducta nos ayuda a averiguar lo que los niños esperan que ocurra

muestran los niños en sus conocimientos hacen pensar, asimismo, que aprenden sobre el mundo a partir de sus propias experiencias.

Una de las principales preguntas de la psicología y de la filosofía consiste en elucidar la manera en que aprendemos a conocer el mundo a partir de una mezcolanza de datos sensoriales. En el último decenio se ha ahondado en las formas en que niños y bebés aprenden tanto y, además, con tanta rapidez y precisión. En particular, hemos descubierto que los pequeños poseen una extraordinaria capacidad para instruirse a partir de pautas estadísticas.

Estadística y experimentos

Dicha capacidad para inferir hechos a partir de patrones estadísticos fue demostrada en 1996 por Jenny R. Saffran, Richard N. Aslin y Elissa L. Newport (entonces investigadores de la Universidad de Rochester). Hicieron oír a bebés de ocho meses secuencias de sílabas ordenadas según ciertas pautas probabilísticas. La sílaba «bi», por ejemplo, podía oírse a continuación de «ro» solo una de cada tres veces, mientras que «da» seguía siempre a «bi». Después les hicieron oír nuevas series de sonidos que, o bien se ajustaban a tales pautas, o bien las infringían. Los niños prestaban atención durante más tiempo a las series estadísticamente excepcionales. En estudios más recientes, se ha demostrado que los niños pueden detectar regularidades estadísticas en tonos musicales y escenas visuales, así como en patrones gramaticales más abstractos.

Los bebés alcanzan incluso a comprender la relación entre una muestra estadística y su población. En 2008, Fei Xu, de la Universidad de California en Berkeley, mostró a bebés de ocho meses una gran caja que contenía, mezcladas, numerosas bolas de dos colores: por ejemplo, un 80 por ciento de bolas blancas y un 20 por ciento de bolas rojas. La experimentadora extraía entonces 5 bolas, supuestamente al azar. Los niños mostraban mayor sorpresa (miraban durante más tiempo y con mayor persistencia) cuando Xu extraía cuatro bolas rojas y una blanca (muestra poco probable) que cuando sacaba cuatro blancas y una roja.

La detección de patrones estadísticos solo supone el primer paso en el descubrimiento científico. Más impresionante aún resulta la manera en que los niños, al igual que los científicos, emplean la estadística para inferir conclusiones acerca del mundo. En una variante del estudio anterior con niños de 20 meses, se usaron ranitas verdes y patitos amarillos de juguete. Xu extraía de la caja cinco juguetes y pedía después a los niños que le dieran uno de entre los que se hallaban en una mesa. Si la caja contenía en su mayor parte ranitas y la investigadora extraía un gran número de ellas, los niños no mostraban preferencia alguna por el color. Pero, si sacaba sobre todo patitos, los niños le ofrecían un patito. Al parecer, los bebés pensaban que lo improbable de la selección indicaba que Xu no actuaba al azar, sino que prefería los patitos.

En nuestro laboratorio hemos investigado la manera en que los bebés se valen de datos estadísticos y de experimentos para establecer relaciones de causa y efecto. Nuestros resultados indican que su pensamiento dista mucho de ser «precausal». Les presentamos un artilugio al que llamamos «detector de *blickets*»: una máquina que lanza destellos y toca música cuando se ponen sobre ella ciertos objetos (*blickets*), pero no otros. Después, mostramos a los niños las pautas de funcionamiento del detector y observamos qué conclusiones causales extraen. ¿Qué objetos son *blickets* y cuáles no?

En 2007, junto con Tamar Kushmir (actualmente en Cornell) descubrimos que los niños de preescolar se sirven de las probabilidades para inferir cómo funciona la máquina. Empleamos dos bloques, uno amarillo y otro rojo, y pusimos repetidas veces alguno de ellos sobre la máquina. Esta se encendía en dos de cada tres ocasiones con el bloque amarillo, pero solo una de cada tres con el rojo. Dimos los bloques a los niños y les pedimos que accionasen la máquina. Bebés que aún no sabían sumar ni restar optaban con mayor frecuencia por el bloque amarillo, el que había mostrado una mayor probabilidad de encenderla.

Los niños seguían eligiendo correctamente cuando movíamos el bloque sobre la máquina, que se activaba

LA AUTORA

Alison Gopnik es profesora de psicología y filosofía de la Universidad de California en Berkeley. Ha realizado novedosas investigaciones sobre la manera en que los niños desarrollan una «teoría de la mente» (la capacidad para comprender que otras personas poseen una mente propia y pueden creer o desear cosas distintas que ellos). También ha formulado la «teoría de la teoría», basada en la idea de que los niños aprenden de igual modo que los científicos. Gopnik sostiene que una comprensión adecuada de la mente infantil podría ayudarnos a resolver problemas filosóficos profundos, como el de la consciencia.

Expertos en estadística

Los niños poseen gran destreza para apreciar regularidades estadísticas. Se ha observado que bebés de ocho meses notan si se ha extraído un conjunto improbable de bolas rojas de una caja con mayoría de bolas blancas. Variantes del experimento (como el intercambio de los colores rojo y blanco) permiten desechar otras explicaciones (por ejemplo, que el rojo les resulte más llamativo). En experimentos con juguetes verdes y amarillos, bebés de veinte meses inferían que, si una persona tomaba un gran número de juguetes del color más escaso, lo hacía porque prefería los juguetes de ese color. Los niños aprenden cómo es el mundo al igual que los científicos: mediante la detección de pautas estadísticas y la extracción de conclusiones.

sin contacto. Al principio —según nos contaron—, les parecía improbable que tal «acción a distancia» encendiera la máquina. Sin embargo, continuaron valiéndose de la estadística para descubrir hechos nuevos y sorprendentes sobre el mundo.

En otro experimento, en colaboración con Laura Schulz, ahora en el Instituto de Tecnología de Massachusetts, mostramos a niños de cuatro años un juguete provisto de un interruptor lateral y de dos ruedas dentadas, una azul y otra roja, en su parte superior. Al accionar el interruptor, las ruedas giraban. El juguete podía funcionar de varias maneras: quizás el interruptor activase las dos ruedas a la vez, o quizás accionase solo la rueda azul, la cual arrastraba a la roja, etcétera.

Mostramos a los niños figuras que ilustraban cada una de las posibilidades (por ejemplo, un dibujo en el que la rueda azul empujaba a la roja). Después, les enseñamos juguetes que operaban de una u otra forma y les proporcionamos indicios más bien complejos sobre el mecanismo de cada uno. Los niños a quienes asignamos el juguete que operaba según la «cadena causal» supieron ver que, si se retiraba la rueda azul, no ocurría nada aunque se accionase el interruptor. Cuando les pedimos que eligiesen la figura que correspondía al funcionamiento del juguete, mostraron una destreza sorprendente para deducir el mecanismo del artefacto. Además, cuando dejamos a otros pequeños a solas con la máquina, jugaron con las ruedas de modo que les ayudase a comprender cómo funcionaba. Exactamente como si estuvieran experimentando.

Otro de los estudios llevados a cabo por Schulz empleaba un juguete provisto de dos palancas. A un grupo de preescolares se les mostró que, al accionar una de las palancas, salía un pato; al accionar la otra, aparecía un muñeco. A un segundo grupo solo se le dejó ver que, al pulsar las dos palancas a la vez, salían ambas figuras, pero no tuvieron ocasión de ver el efecto de cada palanca por separado. Después, se dejó a todos los niños a sus anchas con el juguete. Los del primer grupo jugaron durante mucho menos tiempo que los del segundo. Ya conocían su funcionamiento, por lo que se hallaban menos interesados en explorar sus posibilidades. Los del segundo grupo, en cambio, se encontraban ante un misterio. Jugando a su capricho, no tardaron es descubrir el efecto de cada palanca.

Parece, pues, que cuando los niños juegan de manera espontánea, «trasteando con todo», están al propio tiempo experimentando y buscando relaciones causales: el procedimiento más eficaz para descubrir cómo funciona el mundo.

Cerebros bayesianos

Como es obvio, cuando los niños analizan datos estadísticos o realizan experimentos, no lo hacen de manera consciente, tal y como lo haría un científico adulto. Sin embargo, sí es lícito pensar que su cerebro procesa la información según las mismas pautas que rigen el método científico. La idea central de la ciencia cognitiva considera al cerebro como una especie de computadora diseñada por la evolución y programada por la experiencia.

En informática y filosofía se han comenzado a aplicar modelos matemáticos de la probabilidad para comprender las facultades de aprendizaje de los científicos y, con ello, también las de los niños. Hoy en día, contamos con novedosos algoritmos de inteligencia artificial basados en los modelos bayesianos («redes bayesianas» o «de

creencia»). Tales programas se aplican a problemas de gran complejidad, desde los que tratan de la expresión génica hasta los relativos al cambio climático. Esos mismos métodos han servido para alumbrar nuevas ideas sobre los mecanismos del pensamiento infantil.

Dichos modelos combinan dos ideas fundamentales. En primer lugar, se formulan matemáticamente las diferentes hipótesis que un niño puede formarse sobre las cosas. Una manera de representar el conocimiento causal de un niño es mediante un grafo de relaciones causales entre acontecimientos: por ejemplo, una flecha que parta del nodo «accionar la palanca azul» y lo asocie con «sale un pato» serviría para representar dicha hipótesis.

En segundo lugar, los programas relacionan de manera específica las diferentes hipótesis a partir de la probabilidad de que se sucedan determinados acontecimientos; es decir, el tipo de regularidades a las que la ciencia recurre en la experimentación y en el análisis estadístico. Las hipótesis que mejor cuadran con los datos adquieren mayor verosimilitud. En nuestra opinión, el cerebro de los niños quizá relacione de modo parecido las suposiciones acerca del mundo con los patrones probabilísticos. El razonamiento infantil sigue pautas complejas que no resulta posible explicar mediante reglas ni asociaciones simples.

De hecho, cuando los niños se valen inconscientemente del análisis bayesiano, quizá superen a los adultos a la hora de considerar posibilidades insólitas. En un estudio presentamos a niños de cuatro años y a individuos adultos un detector de *blickets* inusual, pues para activarlo era preciso colocar sobre el detector no uno, sino dos bloques. Los niños aventajaron a los adultos en la tarea de averiguar aquella estructura causal poco común. Los adultos parecían fiarse más de sus ideas previas sobre el funcionamiento de las cosas, a pesar de que los tanteos daban a entender que, en esa máquina, algo obraba de modo inusitado.

En otra investigación, hallamos que, si creen estar siendo instruidos, los pequeños pueden modificar sus análisis estadísticos y tornarse menos creativos. La experimentadora mostró a niños de cuatro años un juguete que tocaba música si se realizaba una breve serie de acciones en la secuencia correcta: por ejemplo, tirar de una palanca y oprimir después una perilla. A unos niños la investigadora les decía: «No sé cómo funciona este juguete, vamos a averiguarlo». A continuación, ella ensayaba largas series de tanteos, algunos de los cuales terminaban con la breve secuencia que hacía sonar la música y otros no. Cuando pidió a los niños que hicieran funcionar el juguete, muchos de ellos probaron con la secuencia correcta. A partir de un análisis estadístico de lo que habían visto, se limitaron a la secuencia necesaria para hacer sonar la música y, de manera astuta, omitieron los pasos superfluos.

Experimentadores natos

Los niños de cuatro años son expertos a la hora de interpretar indicios para relacionar causas y efectos. Por ejemplo, logran averiguar si una de las ruedas de una máquina mueve a otra o no (*izquierda*). Algunos llegaron a efectuar los experimentos adecuados (y extrajeron la conclusión correcta) mientras «jugaban» a su aire. En un experimento con un «detector de *blickets*» (*derecha*), una máquina que emite luz y música con ciertas combinaciones de objetos (*blickets*), se comprobó que los niños de cuatro años recurrían a la estadística para averiguar el funcionamiento del dispositivo. Ello seguía siendo así aun cuando la máquina operaba de manera nueva e inesperada. De hecho, los niños mostraron una mayor apertura mental que los adultos cuando comprobaron que la máquina respondía de manera atípica.

A otros niños la experimentadora les dijo que iba a enseñarles cómo funcionaba el juguete. Les mostró algunas secuencias que producían música (con pasos adicionales innecesarios) y otras que no. Cuando les pidió que accionasen el juguete, los niños imitaron la secuencia completa de acciones, sin buscar nunca un atajo. ¿Estaban despreciando la estadística de lo que vieron? Puede que no. Su conducta queda descrita con precisión por un modelo bayesiano en el que se confía en que la «maestra» elija las secuencias más instructivas. Dicho de otro modo, si la maestra conociera secuencias correctas más breves, no les habría enseñado acciones innecesarias.

Evolución y neurología

Si se acepta que el cerebro es una computadora diseñada por la evolución, podemos preguntarnos también por la justificación evolutiva y el fundamento neurológico de las extraordinarias facultades de aprendizaje que vemos en niños y bebés. El pensamiento biológico moderno se halla en estrecho acuerdo con lo observado en el laboratorio de psicología.

Desde una perspectiva evolutiva, uno de los rasgos más llamativos del ser humano es su largo período de inmadurez. Nuestra infancia dura mucho más que la de cualquier otra especie. ¿Por qué dejar a los bebés tan indefensos durante tanto tiempo, cuando ello exige de los adultos gran trabajo y dedicación para mantener vivos a sus hijos?

En todo el reino animal, la inteligencia y la versatilidad de los adultos se hallan correlacionadas con la inmadurez de las crías. Las especies precoces, como la gallina, cuentan con capacidades innatas muy específicas adaptadas a un ambiente concreto y, por ello, maduran con rapidez. En cambio, las especies altriciales (aquellas cuya progenie requiere cuidados y alimentación por parte de sus progenitores) se basan en el aprendizaje. Las crías del cuervo, por ejemplo, dependen de sus progenitores mucho más tiempo que las de la gallina. Pero más tarde, sin embargo, pueden tomar un objeto nuevo, como un trozo de alambre, y valerse de él como instrumento.

Una estrategia basada en el aprendizaje presenta numerosas ventajas, pero, durante el período de aprendizaje, el individuo se encuentra indefenso. La evolución resuelve este problema mediante la división del trabajo entre crías y progenitores. Los bebés han de ser protegidos durante un tiempo para que aprendan sobre el entorno y, entre tanto, no han de hacer prácticamente nada más. Cuando crecen, pueden valerse de lo aprendido para sobrevivir, reproducirse mejor... y cuidar a la generación siguiente. En esencia, un bebé no es sino «algo diseñado para aprender».

La neurociencia ha comenzado a entender algunos de los mecanismos cerebrales que sustentan el aprendizaje infantil. El cerebro de un bebé es más versátil que el de un adulto. En primer lugar, posee muchas más conexiones entre neuronas. Ninguna de ellas es especialmente eficiente, pero, con el tiempo, se suprimen las conexiones menos empleadas y se refuerzan las más útiles. Además, el cerebro de un bebé cuenta con elevadas concentraciones de las sustancias encargadas de facilitar modificaciones entre las conexiones neuronales.

La corteza prefrontal es una región característica del cerebro humano; su maduración es especialmente prolongada. Gobierna las capacidades de un adulto para centrarse en una acción, planearla y ejecutarla con eficacia (capacidades que requieren un prolongado aprendizaje desde la infancia). De hecho, las conexiones neuronales de dicha región pueden no quedar completas hasta pasados los veinte años.

La ausencia de control por parte de la corteza prefrontal en niños pequeños puede parecer un inconveniente, pero tal vez constituya una enorme ventaja para el aprendizaje. El área prefrontal inhibe pensamientos o actos irrelevantes. Pero esa falta de inhibición puede contribuir a que los niños exploren libremente. Existe un compromiso entre la exploración creativa y el aprendizaje flexible, típicos de los niños, y la capacidad para planificar y actuar con eficacia que exhiben los adultos. Las mismas cualidades que se requieren para actuar con eficiencia (como un procesamiento automático veloz y una red neuronal perfectamente «podada») pueden ser profundamente opuestas a las cualidades necesarias para el aprendizaje, como la flexibilidad.

De las investigaciones del último decenio ha aflorado una nueva imagen de la infancia y de la propia naturaleza humana. Los bebés, lejos de ser adultos incompletos, son seres exquisitamente diseñados por la evolución para explorar, aprender, cambiar y crear. Tales capacidades, tan inherentes al ser humano, se presentan en sus más puras formas en los primeros años de nuestras vidas. Los más valiosos logros de nuestra especie han sido posibles porque una vez fuimos niños indefensos y totalmente dependientes, no a pesar de ello. La infancia y los cuidados que esta requiere son consustanciales a nuestra humanidad. ★

Artículo publicado en *Investigación y Ciencia* n.º 408

© *Scientific American*

PARA SABER MÁS

Palabras, pensamientos y teorías. Alison Gopnik y Andrew N. Meltzoff. A. Machado Libros, 1999.

Bayesian networks, bayesian learning and cognitive development. Sección especial en *Developmental Science*, vol. 10, n.º 3, págs. 281-364, mayo de 2007.

Causal learning: Psychology, philosophy, and computation. Dirigido por Alison Gopnik y Laura Schulz. Oxford University Press, 2007.

the philosophical baby: What children's minds tell us about truth, love, and the meaning of life. Alison Gopnik. Farrar, Straus and Giroux, 2009.

PERCEPCIÓN FACIAL Poco después de nacer, los bebés muestran una sensibilidad especial para las caras. Distinguen los rostros individuales de humanos; también de monos. Sin embargo, pronto pierden esa capacidad y se centran en la fisonomía de sus congéneres

Expertos en rostros

STEFANIE HÖHL

María abre los ojos. Poco tiempo después del parto, ve por primera vez el mundo que la rodea. Su visión es todavía muy borrosa y distingue solo aquello que tiene cerca. De forma intuitiva, su madre la mantiene a la distancia correcta para que la pequeña pueda estudiar su rostro.

En ese momento, nada fascina más a María. De hecho, la imagen pertenece a la voz a la que ya se había acostumbrado cuando se hallaba en el útero materno. Pronto la pequeña será capaz de distinguir la cara de su madre de la de otras mujeres.

Fatma Sohar, de la Universidad de los Emiratos Árabes Unidos, comprobó que para que un bebé pudiera reconocer a su madre en ese primer contacto visual necesitaba oírla hablar o cantar. Sohar investigó un grupo de recién nacidos que, pocas horas después del parto, mantuvieron contacto corporal con su progenitora, pero no oyeron su voz. No por casualidad. Previamente la investigadora y las participantes habían acordado que para el estudio las mujeres debían permanecer en silencio. Cuando el rostro materno se presentaba en el campo visual del pequeño, este no mostraba mayor interés que si veía el de una mujer extraña. Otro grupo de bebés sí pudieron oír desde el principio la voz de su madre. A diferencia de los anteriores, fijaban la mirada en ella durante más tiempo. ¿Conclusión? Los recién nacidos necesitan asociar la cara con la voz para identificar a su madre.

No solo es la propia mamá la que llama la atención de los bebés. En general, los recién nacidos se fijan más en imágenes que simulan caras que en otros estímulos visuales de similar complejidad. Un esquema simple con tres puntos ordenados de forma semejante a dos ojos y una boca es capaz de despertar su atención.

En los años noventa del siglo xx, Mark Johnson y sus colaboradores del Colegio Birkbeck de Londres llevaron

En síntesis: Sensibilidad para las caras

1 Desde la lactancia, el sistema neuronal se especializa en la percepción facial. Al inicio, los niños pueden diferenciar individuos de la misma especie, sean humanos o no. Luego, solo distinguen a las personas.

2 Durante las primeras fases del desarrollo, las conexiones nerviosas que rara vez se utilizan acaban perdiéndose.

3 La mayor sensibilidad para las caras influye también en la atención y, con ello, en el proceso de aprendizaje de los niños.

Los recién nacidos se interesan por las personas de su entorno, sobre todo si conocen su voz desde que se encontraban en el seno materno.

DREAMSTIME / EMIN KULIYEV

Si mantenemos escaso contacto con personas de otras etnias, nuestra capacidad de distinguir sus caras disminuye

a cabo un experimento harto revelador. Mostraron diversas imágenes con figuras de colores a un grupo de niños que habían nacido hacía menos de una hora. Con una cámara de vídeo grabaron su reacción ante tales estímulos, es decir, si mostraban interés por las imágenes y en qué medida intentaban seguir sus movimientos. Según descubrieron, las imágenes que recordaban una cara despertaban la atención de los recién nacidos; en cambio, si se trataba de cualquier otro elemento que no tuviera ninguna relación con un retrato humano, los pequeños se interesaban mucho menos por él. Es probable que tal conducta corresponda a una estrategia de supervivencia, pues los bebés reciben de sus semejantes la dedicación y los cuidados que necesitan.

Con una mirada basta

Desde la más tierna infancia, las caras nos llaman la atención. Gracias a ello, en la edad adulta tenemos gran facilidad para reconocer de forma rápida y con certeza unas y diferenciarlas de otras. Aunque no nos venga a la mente el nombre de la persona, sabemos si ya la hemos visto antes. Las bases de tal habilidad acontecen en los primeros meses de vida, según demostró Olivier Pascalis hace unos diez años.

Pascalis, quien entonces trabajaba con su equipo en la Universidad de Sheffield, investigó hasta qué punto los niños y los adultos podían diferenciar rostros humanos y de monos. Para ello, utilizaron una ingeniosa prueba. Es sabido que si se presenta una misma información a un sujeto de forma sucesiva repetidas veces, al cabo de cierto tiempo su atención disminuye, ya que el individuo se habitúa a ella. Ello sucede en recién nacidos y en adultos. De esta manera, si una persona ve de forma sucesiva diez veces la misma cara, dejará de fijarse en ella; no le prestará más atención. Ahora bien, si se le presenta el retrato junto con uno nuevo, estudiará este último durante más tiempo y de manera más intensa, siempre y cuando reconozca que se trata de una imagen diferente.

El pequeño vence al mayor

Pascalis y su equipo aprovecharon este método para su experimento. Mostraron a probandos adultos y a niños de nueve meses diversas fotografías de caras de monos de Java y de personas. Como era de esperar, ambos grupos diferenciaban a la perfección y sin dificultad entre las caras humanas, mas fracasaban a la hora de distinguir las faces de los monos. La sorpresa llegó cuando se desarrolló la prueba con un tercer grupo de probandos formado por bebés de seis meses: estos podían diferenciar las caras de las personas unas de otras, también entre las de los monos.

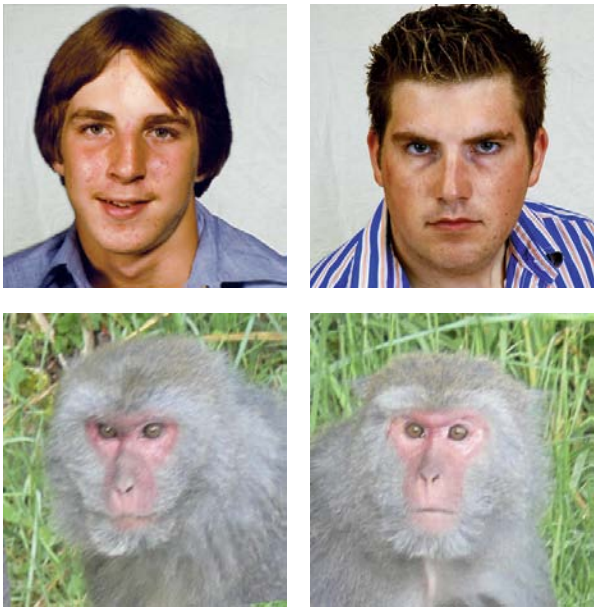
El sistema neuronal responsable de procesar las caras que percibimos es extraordinariamente flexible al principio del desarrollo; incluso funciona cuando se trata de caras de especies animales. Entre los seis y los nueve meses empezamos a especializarnos en rostros humanos. Ello tiene un sentido: por lo general, crecemos entre nuestros semejantes, por lo que resulta ventajoso identificarlos de forma rápida y, sobre todo, reconocer de entre ellos a aquellas personas de las que recibimos alimento, protección y entrega.

Por el contrario, y en general, no convivimos con monos; en consecuencia, no utilizamos nuestras facultades para distinguir unos de otros, de manera que tal capacidad se pierde con el tiempo. Visto el asunto desde el otro lado, un niño que creciera entre monos, pasado un tiempo, manifestaría dificultades para reconocer caras humanas, en cambio diferenciaría con facilidad unos primates de otros.

Existen, sin embargo, determinadas circunstancias en las que las personas son capaces de distinguir la indivi-

DISTINGUIR UNO DE OTRO

Como puede apreciarse, las dos caras superiores pertenecen a personas diferentes. Pero ¿qué pasa con las de la parte inferior? Mediante este tipo de pruebas se estudia hasta qué punto se pueden diferenciar caras de personas y de animales.



WIKIMEDIA COMMONS / WIKILAURENT / CC BY-SA 3.0 (*macacos*)

CORTESÍA DEL ZOO DE HEIDELBERG; HEIDRUN KNIGGE (*fotografía grande*) Y ANTJE HOYER (*fotografías pequeñas*)

AUTOEVALUACIÓN
¿DÓNDE SE HALLA EL MONO?

Las imágenes muestran chimpancés del zoo de Heidelberg. ¿Aparece el mono que figura en la fotografía grande a la izquierda en alguna de las instantáneas pequeñas sobre estas líneas? (*Vea la solución en la página siguiente.*)

dualidad de los monos. A saber: cuando los animales adquieren identidad. En 2009, Lisa Scott, de la Universidad de Massachussets, propuso a padres de bebés de seis meses que mostraran a sus vástagos, en casa y con regularidad, libros con fotografías de monos. Un grupo de progenitores llamaban a los animales siempre por el apelativo de «mono»; otros participantes no utilizaban ninguna expresión para denominarlos, y un tercer grupo adjudicaba a cada primate un nombre de pila (Carlos, Flora o Luis).

Tres meses después, se examinó la capacidad de los pequeños de diferenciar los monos fotografiados. Según los resultados de Pascalis, era de esperar que los bebés, ahora de nueve meses, hubieran perdido tal habilidad. Así fue en el caso de los niños cuyos padres habían pronunciado siempre la palabra «mono» o bien no decían nada ante el retrato del animal. En cambio, aquellos bebés a los que se había mostrado las caras de primates atribuyéndole un nombre propio a cada uno sabían diferenciar unos de otros. «Sospechamos que la adjudicación de nombres personales hace que los niños se concentren en las diferencias entre unas caras y otras», explica Scott. «Por el contrario, la denominación genérica de "mono" hace que los niños presten mayor atención a las características comunes en todas las imágenes de monos».

Así pues, no resultan decisivos la frecuencia y el tiempo durante el cual los niños observan caras concretas, sino el reconocimiento de que se trata de individuos. Por lo general, los niños experimentan esta circunstancia con humanos a los que suelen reconocer por su nombre (Lucas o Ana) o por otro alias (yaya, tía Lisa o padrino). De esa forma, desarrollan una unificación perceptual; en otras palabras, se especializan en miembros de su propia especie.

Idéntico mecanismo explica por qué, por regla general, resulta más fácil captar diferencias entre rostros de la propia etnia. La mayoría de los europeos occidentales no presentan ningún problema en reconocer las caras de otros ciudadanos de países de la Europa occidental, sin embargo les resulta difícil distinguir entre individuos asiáticos o africanos. Tal especialización parece producirse también en los primeros meses de vida. Un grupo de investigadores dirigido por David Kelly, de la Universidad de Sheffield, observó que bebés ingleses de tres meses podían diferenciar bien diversas caras de europeos, africanos, árabes o chinos. No obstante, a los seis meses, esa capacidad había desaparecido: los niños podían distinguir únicamente caras europeas y chinas. A la edad de nueve meses, solo estaban especializados en diferenciar rostros de su propia etnia.

Cuestión evolutiva

Aunque, a primera vista, el fenómeno descrito parece una pérdida, probablemente supone una ganancia en eficacia. Durante el período de lactancia, el cerebro forma un exceso de conexiones sinápticas, muchas de las cuales se pierden a lo largo de los primeros años de vida. Según el principio «úsalo o piérdelo», solo se mantendrán aquellas conexiones nerviosas que puedan resultar útiles a la larga. Si tomamos contacto con determinados estímulos (caras de personas de otras etnias) en contadas ocasiones, nuestra facultad de procesarlas va atrofiándose.

¿Supone una ventaja esa especialización? En opinión de Pascalis, en la actualidad en la Universidad Mendès-France de Grenoble, desde el punto de vista evolutivo, para los humanos resulta muy importante reconocer de

LA AUTORA

Stefanie Höhl es catedrática de psicología del desarrollo y psicología biológica de la Universidad de Heidelberg.

Solución de la página anterior

La imagen superior corresponde al chimpancé macho Henry; en las fotografías inferiores aparecen las chimpancés hembra Heidi, Conny y Susi (*de izquierda a derecha*). Es decir, Henry no aparece en ninguna otra imagen.

forma segura y rápida a otros individuos, sobre todo a aquellos miembros del reducido grupo en el que hayamos nacido. Un reconocimiento menos especializado de las caras supondría perder información esencial. Si dirigiéramos la atención por igual a los monos o a otros grupos de personas, se correría el peligro de distanciarnos de nuestro grupo.

Un fenómeno parecido se conoce en relación al procesamiento de los estímulos acústicos. En los primeros meses tras nacer, los bebés reconocen sonidos de diversos idiomas; sin embargo, pierden dicha facultad entre los nueve y los doce meses. A finales del primer año, solo distinguen los sonidos propios de la lengua materna. Ahora bien, si alguna persona se dirige con regularidad al pequeño en una lengua extranjera, este retiene su capacidad para distinguirla. Del mismo modo que sucede con las caras, existe una especialización en favor de la eficiencia.

Patricia Kuhl, de la Universidad de Washington, afirma: «En la actualidad, el hecho de que el cerebro de los lactantes sea tan moldeable y el de los adultos tan rígido constituye una de las cuestiones más emocionantes en neurociencia». ¿Qué ocurre cuando se dejan atrás las fases sensibles de la primera infancia? ¿Puede neutralizarse la especialización en edades posteriores? ¿Recuperan los humanos aquello que posiblemente han perdido durante este tiempo? El reconocimiento de caras suscita entre los investigadores un vivo debate.

Nancy Kanwisher, del Instituto de Tecnología de Massachusetts en Cambridge, está convencida de que los retratos humanos nos producen un estímulo muy especial ya desde la lactancia. Una determinada área del lóbulo temporal del cerebro se encuentra especializada en el procesamiento de caras: el área facial fusiforme. Si se produce una lesión en esta zona, aparece un particular trastorno neurológico: la prosopagnosia (también ceguera para las caras) [*véase* «Prosopagnosia», por Thomas Grüter; Mente y Cerebro n.º 6, 2004]. Los afectados son incapaces de diferenciar las caras de distintos individuos, por lo que en la vida diaria deben concentrarse en otras características para reconocer a una persona (la voz o la conducta corporal, por ejemplo). En cambio, no les supone problema alguno diferenciar unos objetos de otros.

Percepción total

Isabel Gauthier, de la Universidad Vanderbilt en Nashville, ha revelado que, en algunas circunstancias, el área facial fusiforme puede activarse al contemplar pájaros o coches, al menos en el cerebro de ornitólogos y de forofos de los automóviles, respectivamente. Ello lleva a imaginar otra posibilidad: dicha región cerebral constituye un «área específica para expertos». ¿Resultan las caras para los humanos tan fundamentalmente distintas a otros estímulos visuales porque en el transcurso de su vida se han convertido en expertos reconocedores de rostros?

Todavía no se ha dicho la última palabra en este debate. Sin embargo, parece seguro que incluso para los expertos en pájaros y en automóviles, el área facial fusiforme presenta una actividad superior cuando observan caras que cuando dirigen su mirada a aves o coches. Además, si bien una persona puede hacerse experta zoóloga o técnica incluso en edad senil, parece que la ventana decisiva para la percepción facial se reduce a los primeros meses de vida.

Hace unos ocho años, Richard le Grand y sus colaboradores de la Universidad McMaster, en Ontario, investigaron a jóvenes adultos que se habían quedado ciegos pocos meses después de nacer. Entre los tres y seis meses fueron operados, con lo que recuperaron una capacidad de visión casi normal. No obstante, parecía que su capacidad de percepción facial estaba alterada.

Por lo general, percibimos las caras como un todo. Si nos presentan de forma consecutiva retratos en los que la mitad superior de la faz es siempre la misma mientras que la inferior va cambiando, mostramos dificultad en reconocer que la frente y la zona de los ojos pertenecen siempre a la misma persona. Sin embargo, si vemos cada una de las mitades de la cara por separado, no tenemos dificultad en reconocer a quién pertenecen.

El estudio de Le Grand demuestra que para las personas que han sufrido ceguera durante los primeros meses de vida resulta indiferente ver una composición fotográfica de rostros o las mitades de las caras por separado. Reconocen siempre si las mitades de cara son idénticas y si pertenecen o no a la misma persona. En breve, no perciben la cara como un todo. Al parecer, estos sujetos perdieron en su temprana infancia un importante espacio temporal para aprender la percepción normal de la cara (como un todo).

Nuestro equipo del instituto de psicología de la Universidad de Heidelberg investigó el modo en que los lactantes pueden valorar la expresión facial de otros individuos para percatarse mejor del ambiente que los rodea. En la cara de una persona puede reconocerse su

identidad, pero también su estado emocional y el lugar al que dirige su atención. La expresión facial y la dirección de la mirada desempeñan aquí una función decisiva.

A principios de 2012 publicamos una investigación sobre la manera en que reaccionaban algunos bebés ante la dirección de la mirada de diversas personas. Para ello, presentamos a lactantes de cuatro meses diversas fotografías, entre ellas las del padre o la madre, o bien las de una persona extraña del mismo sexo. En las imágenes aparecía también algún objeto (un juguete, por ejemplo). Ante algunas fotografías, la persona dirigía su mirada al objeto; en otras miraba en otra dirección. A continuación, presentamos a los pequeños otras imágenes en las que aparecía solo el objeto; analizamos su reacción mediante un electroencefalograma (EEG).

Los niños estaban más familiarizados con la visión del juguete si antes la madre o el padre habían dirigido su mirada a este, conclusión que comprobamos a través de patrones característicos de la actividad eléctrica cerebral reflejada en el EEG. En concreto, confirmamos si el pequeño necesitaba procesar la imagen del objeto de nuevas, o bien si echaba mano de información que ya tenía almacenada.

Siguiendo el ejemplo de los padres

En resumen, el lactante, cuando explora el ambiente que le rodea, sigue la mirada de las caras de su confianza. Además, le interesa aquello que llama la atención a su madre. Con todo, se requieren más estudios para saber si importa más el estrecho lazo personal o si los niños establecen la rutina de acompañar los ojos de las personas conocidas.

Una cosa segura es que, para los bebés, las caras no son solo importantes por sí mismas; también influyen en la forma de percibir y conocer el mundo que los rodea. Los de más edad, incluso, siguen más la mirada de personas extrañas que la de la propia madre. Como se ha comprobado, los lactantes de muy corta edad se interesan por las personas con quienes mantienen un contacto íntimo, pero más tarde lo hacen por sujetos desconocidos que les ofrecen novedades. La pequeña María, que acaba de nacer, se fija en la cara de su madre. Pero cuando pasen unos meses, las personas extrañas le resultarán cada vez más interesantes, ya que le ofrecerán oportunidades de intercambio social y aprendizaje. ★

Artículo publicado en *Mente y Cerebro* n.º 58

PARA SABER MÁS

Is face processing species-specific during the first year of life? O. Pascalis et al. en *Science*, vol. 296, págs. 1321-1323, 2002.

The origin of biases in face perception. L. S. Scott y A. Monesson en *Psychological Science*, vol. 20, págs. 676-680, 2009.

Effects of eye gaze cues provided by the caregiver compared to a stranger of infants' object processing. S. Höhl et al. en *Developmental Cognitive Neuroscience*, vol. 2, págs. 81-89, 2012.

SciLogs

www.scilogs.es

La mayor red de blogs de investigadores científicos

Neurociencia computacional
Inteligencia artificial para la psicología y la neurociencia
Carlos Pelta
Universidad Complutense de Madrid

Conocer o morir
Filosofía de la ciencia y la computación
Jordi Vallverdú
Universidad Autónoma de Barcelona

De ratones y humanos
Neurociencia imperfecta
Carmen Agustín Pavón
Universidad Jaume I de Castellón

Aquí hay dragones
Matemáticas y sistemas complejos
Anxo Sánchez
Universidad Carlos III de Madrid

Power-ups
La conexión entre los juegos y el aprendizaje
Ruth S. Contreras Espinosa
Universidad Politécnica de Cataluña

El universo en el cerebro
Ritmos y oscilaciones de la mente
Antonio J. Ibáñez Molina
Universidad de Jaén

Y muchos más...

¿Eres investigador y te gustaría unirte a SciLogs?
Envía tu propuesta a **redaccion@investigacionyciencia.es**

EMILY MULLIN, HELLO ARTISTS (*vestuario y estilismo*); ABRAMS (*modelos*); HANNAH WHITAKER (*fotografías*)

LENGUAJE Todos los bebés son lingüistas natos, capaces de dominar cualquiera de las 7000 lenguas del mundo como un nativo

Cómo adquieren los bebés el lenguaje

PATRICIA K. KUHL

El niño de corta edad posee un don tan asombroso como efímero: la habilidad de dominar lenguas con desenvoltura. A los seis meses es capaz de aprender los sonidos que conforman las palabras de un idioma y, si escucha el quechua o el tagalo, pongamos por caso, también capta la fonética propia de ellos. A los tres años ya conversa con los padres, los compañeros de juego y los extraños.

Después de cuatro décadas dedicadas al estudio del desarrollo infantil, no dejo de asombrarme de cómo el niño pasa en pocos años del balbuceo sin sentido a pronunciar palabras y frases articuladas, facultad compleja esta que surge con más rapidez que ninguna otra en el curso de la vida. Hasta hace pocos años, los neurocientíficos no habían conseguido formarse una idea general de lo que sucede en el cerebro del bebé en ese proceso de aprendizaje que separa los balbuceos del recién nacido de la entrañable locuacidad del niño.

En el momento de nacer, el cerebro del lactante puede percibir el total de 800 sonidos (fonemas) que pueden concatenarse para crear todas las palabras en cualquier lengua del globo. Nuestras investigaciones indican que, en el segundo semestre de vida, en el cerebro del niño se abre una puerta misteriosa. Se inicia un «período sensible», como lo califican los neurocientíficos, en que el órgano está listo para asimilar las primeras lecciones básicas de la magia del lenguaje.

El momento en que el bebé está más predispuesto a aprender los sonidos de la lengua materna comienza a los seis meses con las vocales y a los nueve con las consonantes. Al parecer, el período solo dura unos meses,

LA AUTORA

Patricia K. Kuhl es catedrática de aprendizaje infantil temprano de la Fundación de la Familia Bezos, codirectora del Instituto de Neurociencia y Aprendizaje de la Universidad de Washington y directora del Centro LIFE, un instituto de la Fundación Nacional para la Ciencia de EE.UU. especializado en el aprendizaje.

pero se amplía en los niños que escuchan una segunda lengua, que aún podrán asimilar otro idioma con cierta soltura hasta los siete años.

La aptitud innata para el lenguaje no basta en sí misma para que pase de las primeras vocalizaciones, como «mamá» y «papá». La adquisición de competencia en la más importante de las habilidades sociales se consigue a base de oír horas y horas de charla en el absurdo lenguaje de la madresía. Las inflexiones exageradas «miii bebeé preciosooo» sirven al nada frívolo propósito de impartir las primeras lecciones de prosodia (entonación y ritmo) en la lengua materna del bebé. Nuestro trabajo pone punto y final al viejo debate de si los genes o el entorno prevalecen en el desarrollo inicial del lenguaje: ambos cumplen funciones preeminentes.

El conocimiento acerca del desarrollo inicial del lenguaje ha alcanzado tal refinamiento que está permitiendo a psicólogos y médicos concebir nuevos instrumentos útiles para los niños con problemas de aprendizaje. Los estudios han comenzado a sentar las bases para el uso del registro de las ondas cerebrales como medio para determinar si las aptitudes lingüísticas del niño siguen un curso normal, o si este corre el riesgo de ser autista o sufrir déficit de atención u otros trastornos. Algún día, la visita ordinaria al pediatra podrá incluir el examen cerebral del bebé, junto con las vacunas contra el sarampión, las paperas y la rubeola.

Las estadísticas del lenguaje del bebé

El motivo por el que barajamos un test de desarrollo del lenguaje es que comenzamos a saber cómo lo asimila el bebé con tanta desenvoltura. Mi laboratorio, entre otros, ha demostrado que el lactante recurre a dos mecanismos de aprendizaje en las primeras etapas de adquisición del lenguaje: uno reconoce los sonidos por cómputo mental y otro precisa una intensa inmersión social.

Para aprender a hablar, el bebé ha de conocer primero los fonemas que componen las palabras que escucha. Debe identificar una cuarentena, de los 800 que existen, para pronunciar las palabras de su lengua. Esta tarea exige percibir las sutiles diferencias de los sonidos hablados. El cambio de una sola consonante altera el significado de la palabra, *malo* o *palo*, por ejemplo. Y la pronunciación de una simple vocal, como la *ah* inglesa de los vocablos *Bach* y *rock*, varía enormemente según la persona que la emita, así como el ritmo y el contexto en que lo haga. La enorme variación de los fonemas es la razón por la que el reconocedor de voz Siri de Apple no acaba de funcionar.

Mi trabajo y el de Jessica Maye, a la sazón en la Universidad Noroccidental, y sus colaboradores han demostrado que los patrones estadísticos (la frecuencia con que se pronuncian los sonidos) son primordiales en el aprendizaje de los fonemas más importantes. Entre los ocho y diez meses, el bebé no entiende las palabras. Pero es extremadamente sensible a la frecuencia con que aparecen los fonemas, eso que en estadística se conoce como frecuencias de distribución. Los fonemas elementales de una lengua son los más pronunciados. En inglés, por ejemplo, los sonidos *r* y *l* son bastante frecuentes. Aparecen en palabras como *rake* o *read* y *lake* o *lead*. En Japón, la *r* y la *l* inglesas también existen pero no son tan habituales. En cambio, el sonido de la *r* japonesa es muy minoritario en inglés. (La palabra japonesa *raamen* sonaría como *laamen* a los oídos de un estadounidense, puesto que la *r* japonesa está a medio camino entre la *r* y la *l* del inglés norteamericano.)

La frecuencia estadística de cada sonido deja su huella en el cerebro del bebé. En un estudio llevado a cabo con lactantes de Seattle y de Estocolmo, analizamos cómo percibían los sonidos vocálicos a los seis meses y constatamos que ambos grupos ya habían comenzado a fijarse en las vocales habladas en su lengua materna. La cultura oral ya impregnaba e influía en la percepción de los sonidos en el cerebro.

¿Qué sucedía exactamente? Maye ha demostrado que a esa edad el cerebro dispone de la plasticidad necesaria para modificar la percepción de los sonidos. Un bebé japonés que escuche los sonidos propios del inglés aprenderá a distinguir la *r* y la *l* tal y como se pronuncian en Estados Unidos. Y viceversa, un bebé criado entre anglohablantes podrá asimilar los sonidos característicos del japonés. Parece que el aprendizaje de los sonidos en el segundo semestre de vida crea conexiones neuronales para la lengua materna pero no para otras, a menos que el niño permanezca expuesto a varios idiomas en ese período.

En momentos posteriores de la infancia, y aún más en la edad adulta, el hecho de escuchar una lengua nueva no da unos resultados tan sensacionales; cualquiera que

En síntesis: Dotados para hablar

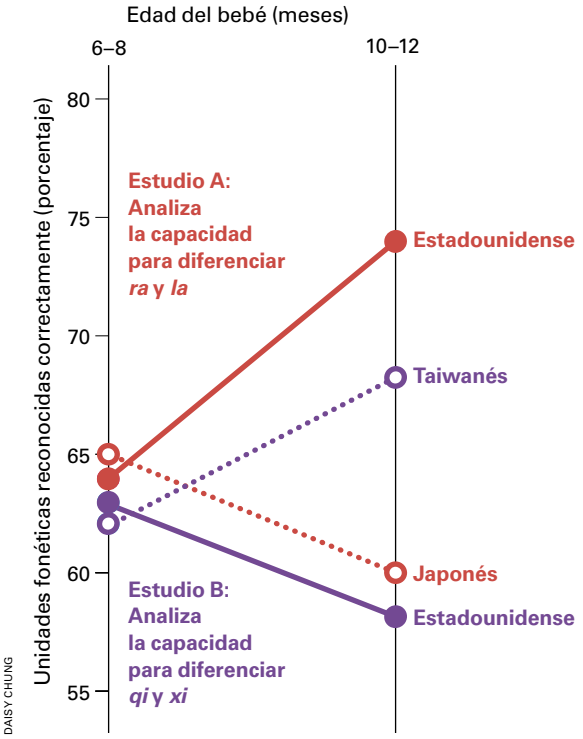
1 El cerebro del bebé entra en un período «sensible» a los seis meses de edad, el momento en que está mejor dotado para percibir los sonidos de una o dos lenguas y que lo prepara para adquirir la entonación y el ritmo fluido propios del hablante nativo.

2 La aptitud innata para el lenguaje no permite traspasar más allá de las primeras vocalizaciones como *mamá* y *papá*. Aprender la más importante de las habilidades sociales requiere la atenta escucha de incontables horas de charla parental.

3 Los conocimientos acerca de la adquisición temprana del lenguaje han alcanzado tal complejidad que se comienza a vislumbrar el uso de técnicas de exploración del cerebro para saber si el bebé evoluciona con normalidad.

Escucha cultural

Entre el sexto y el octavo mes, los bebés discriminan las unidades fonéticas, como *ra* y *la*, sea cual sea la cultura en la que crecen. A los diez meses, esta ventana comienza a cerrarse y los bebés muestran los primeros indicios de que se están convirtiendo en oyentes culturales. En un estudio paralelo realizado en Tokio y Seattle, la capacidad de los bebés nipones para percibir la diferencia entre *ra* y *la* disminuyó, mientras que la de los estadounidenses mejoró en ese período (*líneas rojas*). Un estudio realizado en Taipéi y Seattle mostró que las aptitudes de los bebés taiwaneses para percibir la diferencia entre *qi* y *xi* mejoró; en cambio, la de los estadounidenses se redujo (*líneas moradas*). Los bebés hicieron instintivamente lo correcto para avanzar en la adquisición del lenguaje.



DAISY CHUNG

viaje a Francia o a Japón escuchará las distribuciones estadísticas de los sonidos de otra lengua, pero el cerebro no cambiará a resultas de la experiencia. Por eso es tan difícil aprender otro idioma a ciertas edades.

Una segunda modalidad de aprendizaje estadístico permite a los bebés reconocer palabras enteras. De adultos, sabemos distinguir dónde acaba una palabra y comienza la siguiente. Pero la habilidad para separar las palabras en el torrente del habla exige un procesamiento mental complejo. El discurso hablado llega al oído en forma de una sucesión ininterrumpida de sonidos, sin los espacios en blanco del texto escrito.

Jenny Saffran, actualmente en la Universidad de Wisconsin-Madison, y sus colaboradores (Richard Aslin, de la Universidad de Rochester, y Elissa Newport, ahora en la Universidad de Georgetown) descubrieron que el bebé recurre al aprendizaje estadístico para entender los sonidos de las palabras enteras. A mediados de los noventa, el grupo de Saffran demostró que los bebés de ocho meses pueden aprender seudopalabras basándose en la probabilidad de que una sílaba siga a otra. Tomemos la frase «bebé lindo». Es más probable escuchar la sílaba *lin* junto con *do* que acompañando a otra sílaba, como *be*.

En el experimento, Saffran hizo escuchar a los bebés sartas de palabras polisilábicas sin sentido, generadas por la voz sintética de un ordenador, algunas de cuyas sílabas aparecían juntas con mayor frecuencia que otras. La capacidad de los niños para reconocer las sílabas que coincidían en el lenguaje inventado les permitió identificar palabras probables.

El descubrimiento de las capacidades de aprendizaje estadísticas del lactante en los años noventa desató una gran expectación, porque ofrecía una teoría del aprendizaje del lenguaje que trascendía la idea predominante de que el niño solo aprende por condicionamiento de los padres y por las afirmaciones sobre si una palabra es correcta o errónea. En realidad, todo comienza antes de que los padres se percaten. Pero otra serie de ensayos en mi laboratorio condujo a un nuevo hallazgo que imprime un matiz importante a esta historia: el proceso de aprendizaje estadístico no precisa únicamente de la escucha pasiva.

Mejor de tú a tú

En el curso de nuestras investigaciones hemos averiguado que los bebés necesitan ser algo más que genios del cómputo para procesar los complejos algoritmos neuronales. En 2003, publicamos las conclusiones de una serie de experimentos en los que bebés de nueve meses de Seattle escuchaban chino mandarín. Queríamos saber si las aptitudes de aprendizaje estadísticas les permitirían adquirir la fonética de ese idioma.

En grupos de dos o tres, los niños oyeron a hablantes nativos de mandarín mientras sus profesores jugaban con ellos con libros y juguetes en el suelo. Otros dos grupos escucharon también mandarín: uno visionó un vídeo en que se hablaba esta lengua y el otro solo oyó una grabación de voz. Un cuarto grupo, el de control, no escuchó mandarín, sino a graduados estadounidenses que hablaban en inglés mientras jugaban con ellos con los mismos libros y juguetes. Todo esto sucedía en 12 sesiones en el transcurso de un mes.

Los cuatro grupos regresaron al laboratorio donde fueron sometidos a test psicológicos y monitorización cerebral para evaluar su capacidad de reconocer los fonemas del mandarín. Solo el grupo expuesto al chino hablado en vivo por las cinco personas aprendió a reconocer los fonemas extraños. Tanto que sus resultados

igualaron los de bebés de Taipéi que habían escuchado a sus padres en los primeros 11 meses de vida.

Los que oyeron el mandarín a través de la televisión o de las grabaciones de voz no aprendieron nada. Su capacidad para distinguir fonemas no se diferenció de la de los bebés del grupo de control, que, como era de prever, no mejoró con el experimento.

El estudio aporta pruebas de que el aprendizaje no es un proceso pasivo en el cerebro del bebé. Precisa la relación con congéneres, una necesidad que yo llamo el «resorte social». Esta hipótesis puede ampliarse para explicar el modo en que muchas especies aprenden a comunicarse. La experiencia de un niño pequeño que está aprendiendo a hablar se asemeja al modo en que un pájaro aprende a cantar.

En su día trabajé con la añorada Allison Doupe, de la Universidad de California en San Francisco, para comparar el aprendizaje de los bebés y el de los pájaros. Descubrimos que, tanto en los niños como en los diamantes mandarines, la experiencia social en los primeros meses de vida resultaba esencial. Bebés y polluelos se sumergen en la escucha de sus mayores y guardan en su memoria los sonidos que oyen. Estos recuerdos condicionan las regiones motoras del cerebro para emitir sonidos que emulen los que perciben habitualmente en la colectividad donde crecen.

El modo exacto en que el contexto social contribuye al aprendizaje de una lengua sigue siendo una cuestión no resuelta. Pero mi propuesta es que los padres y demás adultos aportan tanto la motivación como la información necesaria para facilitar el aprendizaje del bebé. El componente motivacional depende de los sistemas de recompensa del cerebro, en particular de las regiones que segregan dopamina durante la interacción social. Los trabajos en mi laboratorio ya han demostrado que los niños aprenden mejor en compañía de iguales; estamos embarcados en estudios que explican la razón de ello.

Los bebés que miran a los ojos de los padres también reciben señales sociales clave que aceleran el paso a la siguiente etapa del aprendizaje lingüístico: conocer el significado de las palabras. Andrew Meltzoff, de la Universidad de Washington, ha demostrado que los niños pequeños que siguen la mirada de los adultos pueden asimilar más vocabulario en los dos primeros años que aquellos que no siguen los movimientos oculares. La vinculación entre la mirada y el habla es perfectamente lógica y explica en parte por qué no bastan los vídeos educativos.

Los bebés del grupo que recibió cinco lecciones podían ver a su profesor de mandarín mirar un objeto mientras lo nombraba, una acción sutil que vincula la palabra con el objeto mentado. En un artículo aparecido en julio del año pasado, también mostramos que cuando un profesor de español sostenía juguetes nuevos y hablaba de ellos, los bebés cuya mirada alternaba entre él y el juguete, en lugar de fijarla en uno o en otro, aprendían la fonética y las palabras usadas en la sesión de estudio. Este ejemplo ilustra mi teoría de que las habilidades sociales del lactante facilitan, o actúan como «resorte», del aprendizaje del lenguaje.

El aprendizaje del cerebro infantil no es un proceso pasivo. La interacción social constituye un requisito básico para el dominio del lenguaje

La idea del componente social de la asimilación de la lengua podría explicar también algunas de las dificultades que afrontan los bebés con trastornos del desarrollo como el autismo. Los niños autistas carecen del interés básico por hablar. En lugar de ello, fijan su vista en objetos inanimados y no prestan atención a las pistas sociales tan esenciales para adquirir la lengua.

«Di, ¡holaaaaa!»

La aptitud para aprender a hablar no solo depende de si el bebé es capaz de escuchar a los adultos, sino también de la manera en que los mayores se dirigen a él. Ya sea en Dacca, París, Riga o en la reserva india de Tulalip cercana a Seattle, los investigadores que escuchan conversar a las personas con un niño han aprendido una verdad esencial: los adultos hablan con los niños de una manera peculiar y distinta de cuando lo hacen entre sí. Los etnógrafos culturales y los lingüistas la han bautizado madre-

sía, o «maternés», y está presente en casi todas las culturas. En un principio se dudaba de si entorpecería la asimilación del lenguaje. Pero, muy al contrario, numerosos estudios han demostrado que la facilita. De hecho, no es un invento moderno: Varrón (116 a 27 a.C.), un erudito en sintaxis de la Roma clásica, observó que algunas palabras apocopadas solo se usaban con los bebés y los niños pequeños.

Mi laboratorio (así como el de Anne Fernald, en la Universidad Stanford, y el de Lila Gleitman, en la Universidad de Pensilvania) ha estudiado los rasgos sonoros propios de la madresía que llaman la atención de los bebés: el tono agudo, el ritmo lento y la entonación exagerada. Si pueden elegir, los bebés prefieren escuchar grabaciones breves de madresía en lugar de las charlas de las mismas madres con adultos. El tono agudo parece actuar como un reclamo que capta su atención.

La madresía acentúa las diferencias entre los sonidos, lo que hace más fácil distinguir un fonema de otro. Nuestros estudios demuestran que el habla exagerada probablemente ayuda a los bebés a recordar los sonidos. En un trabajo reciente de mi grupo, Nairán Ramírez-Esparza, ahora en la Universidad de Connecticut, vistió a bebés con pequeños chalecos dotados de un magnetófono miniaturizado de alta fidelidad que llevaban puestos en casa todo el día. Las grabaciones nos permitieron entrar en el mundo auditivo de los niños y demostraron que, si los padres les hablaban en maternés a esa edad, un año después habían aprendido más del doble de palabras que aquellos cuyos padres no hablaban la lengua infantil con tanta frecuencia.

Pruebas reveladoras del aprendizaje

Los especialistas que estudian el desarrollo del cerebro infantil no ocultan su expectación ante la posibilidad de usar los conocimientos sobre el desarrollo temprano para descubrir biomarcadores de la actividad cerebral, señales distintivas que aporten pistas reveladoras de problemas del lenguaje. En otro estudio reciente de mi laboratorio, se hizo escuchar palabras conocidas y desconocidas a niños de dos años de edad con trastorno del espectro autista, al mismo tiempo que se monitorizaba la actividad eléctrica de su cerebro.

Descubrimos que el grado en que aparecía un trazado concreto de las ondas cerebrales como respuesta a palabras conocidas predecía las futuras aptitudes cognitivas y lingüísticas del niño entre los cuatro y seis años de edad. Estas mediciones evaluaron el éxito del niño para aprender de otras personas. Y han revelado que la habilidad para aprender palabras socialmente es un buen presagio del aprendizaje en general.

Las perspectivas de medir el desarrollo cognitivo del bebé y del niño pequeño están mejorando gracias a nuevas herramientas que juzgan su capacidad para reconocer sonidos. Mi grupo de investigación ha comenzado a emplear la magnetoencefalografía (MEG), una técnica de imagen inocua, para ver cómo responde el cerebro al habla. El aparato contiene 306 sensores SQUID (dispositivo superconductor de interferencia cuántica) en el interior de una carcasa cuyo aspecto recuerda a un secador de pelo. Cuando el bebé se sienta en él, los sensores miden los diminutos campos magnéticos que indican la activación específica de las neuronas en el cerebro mientras el niño oye hablar. Con la MEG hemos constatado la existencia de un período crítico en que el bebé parece ejecutar pruebas mentales como preparación para hablar su lengua materna.

La MEG es demasiado costosa y compleja para ser utilizada en un centro de atención primaria. Pero esos estudios allanan el camino para descubrir biomarcadores que puedan medirse con sensores portátiles y baratos, utilizables fuera de un laboratorio universitario.

Si se lograran identificar unos biomarcadores fiables del aprendizaje lingüístico, ayudarían a saber si los niños crecen con normalidad o tienen riesgo de sufrir trastornos del lenguaje propios de los primeros años de vida, como el trastorno del espectro autista, la dislexia o el síndrome del X frágil, entre otros. Conocer en profundidad la singular capacidad del cerebro humano para el lenguaje, y saber en qué momento exacto es posible modelarla, tal vez nos permita aplicar terapias con la antelación suficiente para cambiar el futuro del niño. ★

Artículo publicado en *Investigación y Ciencia* n.º 472

© *Scientific American*

PARA SABER MÁS

The scientist in the crib: Minds, brains, and how children learn. Alison Gopnik, Andrew Meltzoff y Patricia K. Kuhl. William Morrow, 1999.

Brain mechanisms in early language acquisition. Patricia K. Kuhl en *Neuron*, vol. 67, n.º 5, págs. 713-727, 9 de septiembre de 2010.

Brain responses to words in 2-year-olds with autism predict developmental outcomes at age 6. Patricia K. Kuhl et al. en *PLOS ONE*, vol. 8, n.º 5, art. e64967, 29 de mayo de 2013.

Early language learning and the social brain. Patricia K. Kuhl en *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, vol. 79, págs. 211-220, 2014.

EN NUESTRO ARCHIVO

Percepción del habla en la primera infancia. Peter D. Eimas en *IyC*, marzo de 1985.

Así piensan los bebés. Alison Gopnik, *en este mismo número*.

La percepción del habla en los bebés. Ferran Pons en *MyC* n.º 45, 2010.

El cerebro bilingüe. Albert Costa, Mireia Hernández y Cristina Baus en *MyC* n.º 71, 2015.

Aprender a hablar. Anneke Meyer en *MyC* n.º 76, 2016.

COMUNICACIÓN PREVERBAL Los bebés lloran para llamar la atención, por ejemplo, cuando tienen hambre. Pero los sonidos de esos llantos también pueden revelar problemas de salud

Llantos reveladores

JANOSCH DEEG

¿Dolor, hambre, cansancio o pañales mojados? Según parece, podemos encontrar la respuesta en el teléfono móvil. Investigadores de la Universidad de Yunlin, en Taiwán, han creado una aplicación para teléfonos inteligentes que, según explican, es capaz de distinguir por qué lloran los niños de hasta seis meses de edad. El «traductor de lloros infantiles» (*Infant Cries Translator*) examina las frecuencias de los chillidos de los bebés en busca de oscilaciones acústicas. Finalmente, compara los resultados con un banco de datos y determina el motivo del llanto. El programa también registra la valoración que los padres hacen del servicio, lo que contribuye a que mejoren sus estimaciones en crisis posteriores. En el caso de los recién nacidos, el porcentaje de aciertos asciende a un 92 por ciento, han hallado los investigadores a partir de las respuestas de los usuarios de la aplicación. Sin embargo, a medida que el niño crece, ese porcentaje desciende de manera notable.

EL AUTOR

Janosch Deeg es doctor en física y periodista científico.

Una empresa española ofrece un programa similar llamado Cry Translator («traductor de llantos»). Al parecer, este sistema, que además de poder usarse en los teléfonos móviles inteligentes se puede utilizar en los intercomunicadores de bebé, determina en pocos segundos si el retoño llora por hambre, sed, malestar, estrés o aburrimiento. A su vez, aconseja a los progenitores sobre la manera de mitigar el lloro del pequeño.

Aunque es posible que en un primer momento estas técnicas suenen bastante ridículas, se basan en datos científicos. Según se ha descubierto, el llanto de los bebés esconde una gran cantidad de información. A diferencia de los diseñadores de aplicaciones para teléfonos inteligentes, los científicos de este ámbito centran sus estudios en los problemas de salud; entre ellos, alteraciones neurológicas y defectos genéticos. La ventaja que proporciona un análisis del llanto frente a otras investigaciones más usuales es que se evita exponer al niño a exploraciones desagradables o, incluso, peligrosas.

El pediatra y genetista francés Jérôme Lejeune (1926-1994) allanó el camino a este tipo de diagnóstico en los años sesenta del siglo pasado. Descubrió que algunos bebés lloraban con un tono agudo y penetrante, a semejanza del maullido de un gato. Comprobó que estos niños presentaban un defecto genético concreto similar al relacionado con el síndrome de Down. En consonancia con sus observaciones, bautizó la enfermedad con el nombre de síndrome del maullido del gato (*cri du chat*).

Además del característico llanto, los afectados presentan otras muchas peculiaridades: trastornos del creci-

ISTOCK / FAMVELD

miento y debilidad muscular, una cabeza pequeña, con frecuencia alargada, y una cara redonda. Un análisis cromosómico determina el diagnóstico definitivo. Con todo, los llantos penetrantes, producto de una malformación en la laringe, constituyen un primer indicio que no debe desoírse.

La laringe participa en casi todas las emisiones de sonido. Forma parte de las vías respiratorias y separa la faringe de la tráquea. Cuando espiramos, estrecha las cuerdas vocales, y el aire que exhalamos las hace vibrar de modo similar a como lo hacen las cuerdas de un instrumento musical. Según la frecuencia de vibración, el tono es más agudo o grave. En los gritos de los recién nacidos sanos se producen entre 250 y 450 vibraciones por segundo.

Faringe, boca y nariz

Además de la frecuencia dominante que determina el tono fundamental, el chillido presenta otras muchas características de sonido: el volumen, el ritmo y los tonos superpuestos, entre ellas. Todas se controlan a través de las zonas que se encuentran por debajo de la laringe, a saber, el diafragma, los pulmones y el tórax. El tracto vocal superior, es decir, la garganta y las cavidades bucal y nasal, deja pasar, finalmente, el sonido. Asimismo, amplifica determinadas zonas de frecuencia.

Los impulsos que inician el grito provienen del cerebro; en concreto, del sistema límbico y del hipotálamo. Desde allí, las señales se expanden a otras regiones, entre otras, el tronco encefálico y el mesencéfalo. Estos coordinan la producción de sonidos mediante órdenes precisas que envían, a través de la médula espinal, a la musculatura de la laringe, el pecho y el vientre, así como a los músculos del tracto vocal. También intervienen en este proceso las vías nerviosas motoras y el sistema nervioso vegetativo. Los distintos componentes pueden imaginarse como los músicos de una orquesta: cada uno de ellos contribuye de un modo u otro al sonido final. No obstante, si uno o más pierden el compás, si no encuentran el tono o incluso si dejan de tocar, el público lo aprecia. Del mismo modo, ciertos daños cerebrales modifican el llanto del bebé, ya que afectan a la compleja interacción entre los diversos componentes.

Sin embargo, pocas veces resulta suficiente disponer de un oyente atento y experimentado para percibir el sonido «desafinado». Hoy en día, los científicos utilizan recursos técnicos que descomponen el sonido hasta el más mínimo detalle. En 2013, ingenieros de la Universidad Brown en Rhode Island desarrollaron, junto con médicos, un dispositivo de análisis de frecuencias que examina las grabaciones de sonido a partir de 80 parámetros acústicos. Según los investigadores, en cada uno de ellos puede ocultarse un indicio de que el recién nacido sufre un problema de salud.

El análisis se lleva a cabo en dos pasos: en primer lugar, el *software* divide el llanto en cortes de 12,5 milisegundos de duración y los analiza según la frecuencia, el volumen y la sonoridad; es decir, evalúa la participación de los ligamentos vocales. En el segundo paso, los científicos utilizan los resultados del primero para clasificar las grabaciones en segmentos más largos y categorizarlas como sonido continuo, silencio o llanto único.

Al final, el dispositivo analiza distintas características del lloro: entre estas, las pausas entre llantos, la altura media del tono o su transformación con el paso del tiempo. El pediatra Stephen Sheinkopf, del Hospital para Mujeres y Niños de Rhode Island y quien participó en el desarrollo del programa, sugiere que este instrumento permitirá identificar de manera precoz a los bebés con un riesgo elevado de autismo. «Desde hace tiempo se sabe que los niños autistas producen en ocasiones sonidos inusuales», explica. Pero el espectro de enfermedades y deficiencias que revelan los llantos infantiles es muy amplio. Los lactantes que, a causa de las complicaciones durante el parto, padecen traumas o daños cerebrales, se encuentran también en este grupo. «Posiblemente, el análisis del llanto puede ayudar a identificar a estos niños de manera temprana», sugiere Sheinkopf. Los médicos podrían, de este modo, controlarlos y tratar sus problemas de salud cuanto antes.

El psiquiatra Barry Lester, de la Universidad Brown y autor principal del estudio, considera los gritos de los bebés «una ventana al cerebro». En los años setenta empezó a ocuparse de este tema. En esa época, los instrumentos de estudio eran notablemente peores que el dispositivo que él mismo creó en 2013, según comenta. Por lo general, los científicos elaboraban un sencillo espectrograma de los sonidos; es decir, una representación gráfica del espectro de frecuencias. A continuación, los técnicos evaluaban el resultado, en gran parte, de forma manual. Con todo, este método un tanto limitado ya había aportado ciertos conocimientos en los años sesenta. Los médicos Vincent R. Fisichelli y Samuel Karelitz, por aquel entonces en el Centro Médico Judío de Long Island, en

En síntesis: El código del bebé

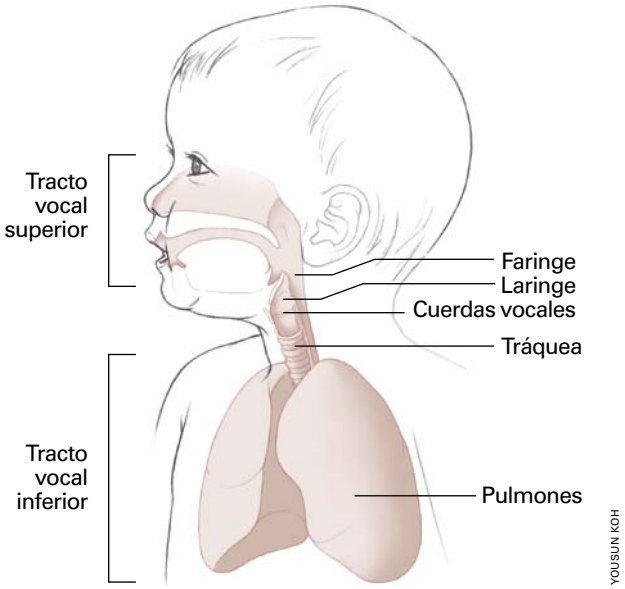
1 Los lactantes preverbales comunican sus necesidades (hambre o sueño) o dolencias mediante el llanto y los gritos.

2 Distintas áreas cerebrales controlan las expresiones sonoras. Para ello, envían señales a la laringe, a las cuerdas vocales y al tórax.

3 Los espectros de frecuencia de los gritos pueden revelar, hasta cierto punto, si el lactante sufre alguna enfermedad neurológica.

Anatomía del llanto infantil

Cuando un bebé llora produce sonidos rítmicos al espirar, los cuales se originan en la laringe. Este órgano contiene las cuerdas vocales y la glotis. El aire que se empuja entre las cuerdas contraídas las lleva a vibrar. Tal vibración produce el sonido: las oscilaciones rápidas producen sonidos agudos; las lentas, graves. El tracto vocal inferior, compuesto por los pulmones y la tráquea, determina la fuerza y el ritmo del lloro.



YOUSUN KOH

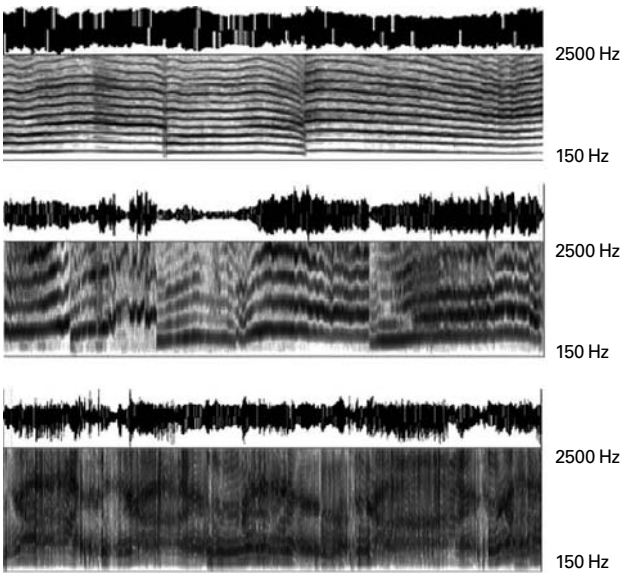
Nueva York, descubrieron, mediante un análisis de frecuencia, indicios de daños cerebrales en algunos bebés. Los sonidos de estos niños resultaban demasiado agudos y cortos y eran de dos tonos. Además, tardaban en romper a llorar tras exponerlos a un estímulo doloroso.

Un equipo dirigido por Katarina Michelsson, experta en pediatría en la Universidad de Helsinki, observó, unos años más tarde, que los sonidos agudos poco comunes y, a menudo, de base irregular revelaban un alto riesgo de asfixia. En los decenios siguientes y en reiteradas ocasiones, Michelsson comprobó que ciertas enfermedades se manifestaban en el lloro, entre estas, la meningitis, la hidrocefalia y la enfermedad de Krabbe, la cual ocurre por un defecto genético y conlleva daños nerviosos progresivos y ataques de llanto.

¿Señal de alarma de una muerte súbita?

En 1995, investigadores coordinados por Barry Lester y Michel J. Corwin, de la Escuela de Medicina de la Universidad de Boston, indagaron si los lloros de los bebés podían advertir de una muerte súbita. El equipo exploró los gritos de más de 20.000 recién nacidos sanos mediante un método de análisis computarizado. Durante el estudio, un total de 12 bebés fallecieron por muerte súbita. En el análisis del llanto de estos lactantes, los científicos descubrieron que sus sonidos presentaban unas características que revelaban una estrechez del tracto vocal superior y una alteración de su control neuronal. Pero muchos niños con esas mismas peculiaridades sobrevivieron. De este modo, si bien el método podía facilitar la detección de grupos de riesgo, no resultaría práctico en la exploración clínica, ya que se podrían producir diagnósticos erróneos.

Por otra parte, en los años setenta, George Blinick, por entonces profesor clínico en la Escuela de Medicina Monte Sinaí de Nueva York, y otros científicos investigaron si el consumo de drogas durante el embarazo influía en el llanto del bebé. Hallaron que los lactantes de madres adictas al opio gritaban más alto y de manera inusual. Años más tarde, coincidiendo con el cambio del milenio, Lester decidió investigar el fenómeno con un equipamiento técnico más adecuado para examinar a bebés que habían estado expuestos a las drogas (como marihuana, alcohol, opiáceos y cocaína) en el seno materno. Descubrieron que su llanto presentaba numerosas características no naturales, entre ellas, un tono agudo excesivo e interrupciones breves frecuentes. Estas y otras peculiaridades reflejaban un déficit en el control de la respiración y del



DE: «ACOUSTIC MEASURES OF THE CRY CHARACTERISTICS OF HEALTHY NEWBORNS AND NEWBORNS WITH PATHOLOGIES» (WWW.SCIRP.ORG/JOURNAL/PAPERINFORMATION.ASPX?PAPERID=35581); Y. KHEDDACHEY C. TADJ EN *JOURNAL OF BIOMEDICAL SCIENCE AND ENGINEERING*, VOL. 6, N.O 8, PÁGS. 796-804, 2013 / CREATIVE COMMONS CC BY 4.0

A través de espectrogramas se representan gráficamente los espectros de frecuencia de los gritos de los bebés. A veces, esta información revela desde un primer momento el estado de salud del niño. Sobre estas líneas aparece, en la parte superior, el patrón de frecuencia de un recién nacido sano; debajo, el de un bebé prematuro con microcefalia, y en la parte inferior, el espectrograma de un neonato que sufre falta de oxígeno.

La lengua materna influye en el llanto

Los bebés también lloran para aprender a hablar. A través del llanto practican patrones melódicos que les ayudaran más adelante a ello. Un equipo dirigido por Kathleen Werner, de la Universidad de Wurzburgo, descubrió que los recién nacidos franceses lloraban de manera distinta que los alemanes. Los neonatos de Francia producían más a menudo series de tonos ascendentes (de grave a agudo), mientras que los germanos mostraban la tendencia contraria: la altura del sonido era decreciente.

Los investigadores apuntan la prosodia de cada idioma como posible causa de esta diferencia. En el seno materno, los fetos ya perciben los patrones de acentuación y pronunciación que reproducen tras nacer. Progresivamente, a medida que van creciendo, los bebés van combinando un mayor número de elementos hasta que llega el momento en que consiguen decir palabras y, finalmente, construir frases.

«Newborns' cry melody is shaped by their native language». B. Mape et al. en *Current Biology*, vol. 19, págs. 1994-1997, 2009

tracto vocal, probablemente debido a daños neuronales y a un desarrollo del sistema nervioso insuficiente.

Hasta hoy, las consecuencias del consumo de drogas durante el embarazo se han continuado investigando, cada vez con métodos técnicos más avanzados. En 2014, Philip S. Zeskind, de la Universidad de Carolina del Norte, descubrió que los lactantes de madres consumidoras de cocaína emitían un llanto distinto según el sexo: los niños gritaban más alto y con un sonido insólitamente ronco y áspero; las niñas, en cambio, lloraban más bajo, con menos repeticiones y pausas más largas.

Sobreexcitación crónica

El contacto con la cocaína en el seno materno produce efectos distintos en el organismo del bebé según su sexo, como sucede en otras situaciones de estrés, sugieren los investigadores. Mientras que las niñas manifiestan una menor respuesta a su entorno, los niños presentan una sobreexcitación crónica y mayores dificultades para regularse. En junio de 2016, Sheinkopf y Lester constataron que el tono del grito del lactante depende de la expresión de un gen, el cual también contribuye a la reacción corporal al estrés. Ello explicaría por qué una desintoxicación estresante altera los gritos del bebé en función de su sexo.

En la actualidad, las características del lloro infantil componen una larga lista fruto de decenios de investigación. Algunas de ellas son la duración, el volumen y las interrupciones, el tono fundamental y los tonos superpuestos, la variabilidad o la disfonía (la afonía y la aspereza de la voz). Los investigadores asignan mecanismos subyacentes concretos a cada una de estas propiedades (por ejemplo, si se altera el control del sistema de repetición o de las cuerdas vocales, el llanto presenta unas características determinadas). No obstante, estas particularidades no resultan suficientes para diagnosticar una enfermedad o un trastorno. Con frecuencia, problemas de salud diferentes alteran el llanto de un modo muy similar. También sucede a la inversa: a veces, características del sonido dispares se presentan en una misma dolencia. En consecuencia, los médicos solo pueden detectar características que se desvían de la norma. Para obtener un diagnóstico concluyente se requieren más análisis.

De momento, las clínicas no se basan en el llanto para determinar la enfermedad o el trastorno que padece un lactante. Sheinkopf recuerda que se necesitan más estudios de validación para llegar a ese punto. «Será entonces cuando la exploración de los gritos del bebé pueda utilizarse como un método de análisis independiente o, al menos, como parte de un paquete de medidas para valorar, por ejemplo, el riesgo de autismo.»

Hasta entonces, los padres deben confiar en su propio instinto a la hora de descifrar el llanto de su bebé e intentar apaciguar su desazón con comida, mimos o canciones de cuna. Estos consejos también los pueden encontrar en las aplicaciones de teléfonos móviles inteligentes creadas para tal fin. ★

Artículo publicado en *Mente y Cerebro* n.º 87

PARA SABER MÁS

Assessment of infant cry: Acoustic cry analysis and parental perception. L. L. LaGasse et al. en *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, vol. 11, págs. 83-93, 2005.

Characterization of pathologic cries of newborns based on fundamental frequency estimation. Y. Kheddache y C. Tadj en *Engineering*, vol. 5, págs. 272-276, 2013.

A flexible analysis tool for the quantitative acoustic assessment of infant cry. B. Reggiannini et al. en *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, vol. 56, págs. 1416-1428, 2013.

Translational analysis of effects of prenatal cocaine exposure on human infant cries and rat pup ultrasonic vocalizations. P. S. Zeskind et al. en *PloS One*, vol. 9, art. e110349, 2014.

Methylation of the glucocorticoid receptor (NR_3C_1) in placenta is associated with infant cry acoustics. S. J. Sheinkopf et al. en *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, vol. 10, pág. 100, 2016.

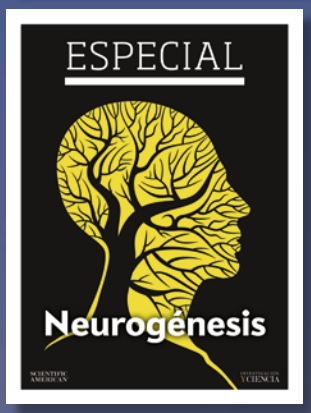
EN NUESTRO ARCHIVO

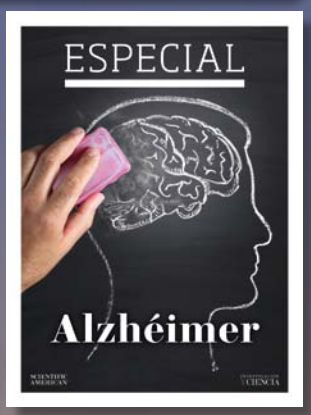
Lloros continuos en la cuna. Kerstin Schumacher en *MyC* n.º 67, 2014.

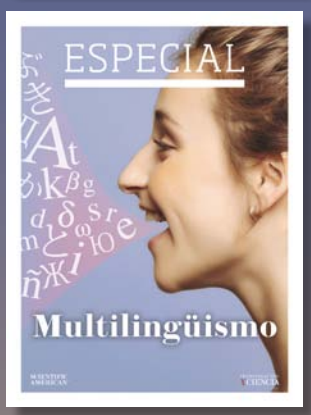
ESPECIAL

MONOGRÁFICOS DIGITALES

Descubre los monográficos digitales que reúnen nuestros mejores artículos (en pdf) sobre temas de actualidad







www.investigacionyciencia.es/revistas/especial

Prensa Científica, S.A.

COMUNICACIÓN SOCIAL La risa de los bebés no solo revela su manera de pensar, sino que también arroja luz sobre la función que esta expresión desempeña en los humanos

Los orígenes de la risa

GINA C. MIREAULT

Mi hijo tenía tres meses cuando profirió su primera risa. Fue nada menos que en un funeral, coincidencia que, más que irónica, resultó irresistiblemente divertida para los asistentes. La expresión de regocijo del pequeño tuvo tal poder que los presentes pasaron, a la vez y casi al instante, de la pena a la alegría.

Tras contemplar esa escena decidí volcarme en el estudio del origen temprano y la fuerza de un sencillo fenómeno: la risa del bebé. A lo largo de casi un decenio he investigado en mi laboratorio del Colegio Estatal Johnson, en calidad de experta en desarrollo infantil, las risas y sonrisas de los lactantes. ¿Por qué la capacidad de reír surge a tan temprana edad? ¿Qué puede revelar la risa sobre los niños?

La risa es universal. Se trata de una respuesta «programada» en el cerebro que se activa pronto: en torno a los cuatro primeros meses de vida, con independencia de la lengua y cultura nativa del bebé. No importa que haya nacido en Canadá, Corea, Perú o Pakistán: su primera risa entre las 14 y las 18 semanas de vida hará las delicias de sus padres. La risa del bebé resulta fácil de reconocer, en parte, porque es genuina. Al igual que el llanto, resulta difícil fingir y, como los bostezos, se contagia. Su autenticidad dificulta que los padres logren ignorarla. No obstante, los científicos no se han fijado en ella hasta fecha reciente.

Mas la risa no siempre constituye una expresión de alegría. Entre los adultos puede surgir en numerosos contextos emocionales: risas nerviosas, risas que responden a otra risa o carcajadas de un grupo. Pero ¿por qué se ríen los bebés? La cuestión no reside tanto en saber qué les causa ganas de reír —no existe una broma infantil universal (mi hijo se rió en el funeral porque uno de los asistentes había estornudado)—, sino en descubrir cómo detectan el humor en el ambiente que los rodea.

A diferencia del llanto, que urge la intervención de los cuidadores, la risa parece un lujo emocional. El hecho de que un niño de tres meses posea esa facultad mucho antes que otras grandes capacidades, como hablar o andar, sugiere que las sonrisas, risas y carcajadas tienen un origen antiguo e importante. La risa puede revelar el conocimiento que los niños alcanzan del mundo material y social que hay a su alrededor.

El bebé de Darwin

La risa precede al lenguaje tanto en la infancia como en la cadena evolutiva: la naturaleza le ha otorgado prioridad y preservación. Diversas especies, entre ellas los chimpancés, otros grandes simios y los saimiries, se implican durante sus juegos en vocalizaciones similares a la risa. Estos mamíferos, sobre todo en sus etapas juveniles, emiten sonidos rítmicos y respiratorios característicos mientras juegan y retozan unos con otros.

Jaak Panksepp, neuropsicólogo evolutivo de la Universidad Estatal de Bowling Green y de la de Washington, ha demostrado que el cerebro de todos los animales dispone de la circuitería neuronal que se activa en la risa

GETTY IMAGES / CAMILLE TOKERUD

humana. Estas regiones incluyen centros emocionales y de la memoria, como la amígdala y el hipocampo. La risa parece borbotear bajo la superficie de la corteza cerebral, a modo de respuesta involuntaria, a la par que se activan en el cerebro los sistemas del placer. Panksepp ha llegado incluso a documentar, con técnicas que permiten a los humanos oír frecuencias muy altas, que las ratas emiten una especie de gorjeo al hacerles «cosquillas».

La risa infantil en humanos ha merecido la atención de unos pocos eruditos prominentes. Aristóteles, en el siglo IV a.C., postulaba que la primera risa marcaba la transición del niño a la naturaleza humana: la prueba primaria de que el bebé había adquirido un alma. Charles Darwin, en 1872, conjeturaba que la risa, lo mismo que otras expresiones de emoción, faciales, posturales o del comportamiento, constituían una indicación social de «mera felicidad o gozo». En *La expresión de las emociones en el hombre y en los animales,* una de sus obras de referencia, Darwin describía minuciosamente la risa de un hijo suyo de esta manera: «A la edad de 113 días, estos ruiditos, que siempre efectuaba durante la espiración, adquirieron un carácter ligeramente distinto, siendo más fragmentarios o entrecortados, como al sollozar. Eso era ciertamente risa incipiente».

No obstante, la psicología se desentendió de este asunto durante decenios. A lo largo de gran parte de su historia, esta disciplina se ha centrado fundamentalmente en emociones negativas como la ira, la depresión, la angustia o las enfermedades mentales graves. Tal tendencia empezó a cambiar hará unos cuarenta años, cuando algunos psicólogos emprendieron el estudio de la resiliencia a la adversidad, de la felicidad y de la psicología del bienestar. Había nacido una rama totalmente nueva, la psicología positiva.

Solo durante los últimos treinta años, la psicología del desarrollo ha dispuesto de metodologías para investigar la cognición y la emoción infantiles. Uno de estos métodos, basado en el paradigma de la mirada, consiste en cronometrar el tiempo que el bebé fija sus ojos en algún objeto. Se ha comprobado que los lactantes miran más un elemento que les resulta novedoso, lo cual revela, a un nivel básico, que son capaces de distinguir lo nuevo de aquello que les resulta familiar.

Elizabeth Spelke, en la actualidad en la Universidad Harvard, y Renée Baillargeon, de la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign, emplearon el paradigma de la mirada para estudiar el conocimiento conceptual en bebés. Primero, presentaron fenómenos posibles e imposibles a los niños. Un objeto, en conformidad con las leyes naturales, no podía atravesar una barrera impenetrable, pero otro, en cambio, sí la traspasaba. Spelke y Baillargeon constataron que los bebés fijaban la mirada durante más tiempo en los fenómenos inesperados. Estos hallazgos llevaron a las psicólogas a deducir que los lactantes disponen de expectativas simples sobre el comportamiento de los objetos, los cuales captan su atención si aquellas son infringidas. Tales infracciones constituyen poderosos catalizadores de su humor.

Un asunto divertido

Los actores cómicos se valen de dichas expectativas para provocar la risa del público. Primero crean incertidumbre, excitando la curiosidad, y luego traspasan las fronteras de lo normal y lo admisible para hacernos reír, sea con juegos de palabras, agudezas de doble sentido o situaciones imposibles. Pero para que algo resulte jocoso, el narrador y los oyentes han de compartir algunos conocimientos. El humor exige, por tanto, cierta comprensión, por rudimentaria que sea, del mundo material y social. Tal comprensión se funda en la experiencia y la observación, que definen lo que es «normal». De este modo, distinguimos lo ordinario de lo absurdo.

Según hemos comprobado en el laboratorio, bebés de apenas cinco meses, justo al mes de la aparición de la risa, pueden gestionar por sí solos esta diferencia perceptual básica. En 2014 publiqué, con otros científicos, los resultados de un experimento en el que presentábamos a 30 bebés una serie de hechos ordinarios y de fenómenos absurdos. En uno de ellos, un experimentador estrujaba una bola roja de espuma y después la hacía rodar; pero también se la colocaba en la nariz, en una iteración absurda del evento. Los lactantes no solo distinguieron ambas acciones, sino que el segundo les hizo reír. El hallazgo clave fue que su risa no sucedía por imitación, ya que se reían incluso si el experimentador y sus padres no expresaban ningún tipo de emoción.

Unos meses después, hacia la edad de 8 meses, los niños pueden ser unos auténticos comediantes; saben cómo hacer reír a su público sin usar palabras. La psicóloga Vasudevi Reddy, de la Universidad de Portsmouth, denomina «payaseo» a esta forma de humor no verbal. Reddy ha documentado diversas formas de payaseo en niños de entre 8 y 12 meses: descubren su barriguita y

En síntesis: Las primeras risas

1 Los bebés de 18 semanas ya saben reír. Dos meses después, son capaces de extraer humor de las situaciones que suceden en su entorno.

2 Se puede provocar la risa de un lactante presentándole un fenómeno inusitado, es decir, un acontecimiento que infrinja sus expectativas sobre las normas sociales.

3 La naturaleza social de la risa lleva a pensar que desempeña una función importante en la interacción y comunicación con las otras personas. Ello explicaría por qué emerge a tan temprana edad.

GETTY IMAGES / CECILE LAVABRE

GETTY IMAGES / GER BOSMA

Los bebés empiezan a reír antes de dominar el habla. Esta facultad puede tener hondas raíces en la evolución. Varias especies, entre ellas los bonobos, producen vocalizaciones rítmicas y respiratorias similares a la risa cuando retozan con otros congéneres.

la mueven hacia delante y atrás, tratan de meter los deditos de los pies en la boca de sus cuidadores mientras están tumbados sobre la espalda o sostienen un pañal limpio y fingen una expresión de asco seguida de una sonrisa.

Los pequeños de esa edad también pueden ser muy bromistas. Si los padres les prohíben gatear por la escalera, desobedecen intencionadamente la norma y les dedican luego una tímida sonrisa. U ofrecen una golosina al perro para quitársela rápidamente de la vista cuando el animal intenta alcanzarla. Y sonríen. Este tipo de picardías se han registrado incluso en lactantes menores de ocho meses: padres de bebés con medio año de vida han observado que sus hijos recurrían a risas (o lágrimas) falsas para atraer la atención de los demás o participar en alguna actividad que otras personas estaban disfrutando sin ellos. Recordemos que la risa es difícil de fingir, por lo que estos remedos se detectan con facilidad.

Con todo, destaca que son los propios bebés quienes crean estas nuevas interacciones. Son ellos los que deciden cuándo y con quién van a emplear esas técnicas. De esa forma, las bromas y picardías infantiles nos permiten atisbar su grado de consciencia. La acción de bromear exige cierta comprensión de la mentalidad ajena, por rudimentaria que sea. También requiere la voluntad de hacerlo y cierta capacidad para intuir o pronosticar cómo provocar la mente de otro. «Engañar» a otro significa saber que ese otro puede ser engañado. Ese conocimiento, denominado teoría de la mente, requiere una madurez que, según un enfoque más tradicional, no se alcanza hasta los cuatro años. Pero aunque los bebés no cuenten con una teoría de la mente tan refinada como los niños de más edad, su capacidad para tentar y provocar a otros hace pensar que sí poseen, al menos, cierto grado de consciencia.

Grandes esperanzas

El payaseo y las bromas reflejan que el humor es, primordialmente, de naturaleza social. Pero para que algo nos haga reír no basta la presencia de otras personas. Los bebés pasan la mayor parte de su tiempo en compañía, mas dedican muy poco a la risa. El humor, sea para adultos o niños, precisa también de un componente cognitivo: la incongruencia.

Por *incongruencia* se entiende una situación inusitada, es decir, una discrepancia entre lo que se cree posible y lo que realmente se percibe o experimenta, según describe Elena Hoicka, de la Universidad de Sheffield. Los acontecimientos inusitados se salen un poco de lo ordinario; lo inesperado, en cambio, resulta completamente chocante o sorprendente. Por esa razón, producen un efecto más bien perturbador o increíble antes que humorístico. Si nos ponemos una taza por sombrero, la escena no encajará con las experiencias previas que el bebé haya tenido con las tazas (o con sombreros). De este modo, la situación le resultará inusitada. En cambio, si la copa se transforma en un antílope, se tratará de una situación completamente inesperada para el niño.

A los adultos, como a los niños y a los bebés, los fenómenos inesperados les resultan interesantes, pero no necesariamente graciosos. La investigación fundada en infracciones del paradigma de expectativa ofrece varias explicaciones. Cuando a los pequeños se les presentan infracciones de las leyes físicas naturales (entre ellas, la

LA AUTORA

Gina C. Mireault es psicóloga del desarrollo infantil en el Colegio Estatal Johnson, en Vermont. Lleva más de dos decenios estudiando, en niños y bebés, el desarrollo de las emociones, entre ellas, la pena, la angustia, y más recientemente, el humor.

GETTY IMAGES / DIANE COLLINS Y JORDAN HOLLENDER

GETTY IMAGES / DANIELA SOLOMON

Cuando un suceso infringe las expectativas del bebé, lo mira fijamente. Estas situaciones, no obstante, pueden requerir un contexto social para que les produzcan risa. Los fenómenos inverosímiles les resultan más sorprendentes que graciosos.

gravedad, la impenetrabilidad de los sólidos, la inercia o la cantidad), se quedan mirando estos acontecimientos «mágicos», pero no se ríen. Si contextualizamos las ideas de Hoicka en la investigación, más amplia, de la mirada y el interés del bebé, podemos conjeturar que tal vez el humor tenga relación con comportamientos sociales inusitados. Que un juguete vuele por el aire, desafiando la gravedad, es asombroso. ¿Y que la abuela luzca ese juguete encima de la cabeza? Absolutamente hilarante.

Los teóricos del humor ofrecen una posible explicación mediante un fenómeno llamado resolución de la incongruencia. Para encontrar cómica una incongruencia es preciso resolverla, lo que supone comprender su causa o llegar al llamado «golpe de efecto». Por ejemplo, el instante en que brota ese «eureka», el momento en que el oyente descodifica el matiz o el doble sentido de un chiste, es la resolución. Es el punto en el que la naturaleza incongruente de «por qué entra un tipo en un bar» se torna humorística, se acompañe, o no, de risa abierta.

Hace cuarenta años, muchos psicólogos cognitivos sostenían que los niños pequeños carecían de la finura necesaria para resolver incongruencias. Las psicólogas Diana Pien y Mary Rothbart, ambas entonces en la Universidad de Oregón, propusieron que la percepción del humor no exige destrezas cognitivas avanzadas. En un trabajo publicado en 2012, mis estudiantes y yo pusimos a prueba esta idea.

Pedimos a 30 padres que llevaran a cabo lo que normalmente realizan para hacer reír o sonreír a su hijo. Recurrieron a un «payaseo» exagerado: hicieron pedorretas, pusieron caras raras o imitaron el cómico andar de los pingüinos. Un comportamiento inusitado que, como mínimo, llamaba la atención de los bebés. Efectuamos un seguimiento de estas familias durante un año, desde que los niños tenían tres o cuatro meses. Hallamos que, a esa edad, el 40 por ciento de los niños se reían al ver las payasadas de sus padres; a los cinco y seis meses, constatamos la risa en el 60 por ciento de los bebés.

Los niños no necesitan gran esfuerzo para resolver estas situaciones inusitadas y encontrarlas graciosas. De hecho, para ello disponen, al menos, de tres indicios. Por un lado, encontramos el contexto social: si los actos inusitados los realiza un compañero social, ello ya es suficiente para que el bebé interprete la conducta como positiva. También observamos que los padres acompañan su payaseo con risas en un 65 por ciento de las veces. Esta combinación denota que las bromas son inocuas, satisfactorias y gozosas.

Un segundo factor es la familiaridad. Los compañeros sociales repiten las acciones absurdas una y otra vez hasta que el niño ríe, y ellos también responden con risas a la expresión de regocijo del bebé. Es posible que la repetición de la acción permita al niño predecir la acción y su resultado (el absurdo se resuelve por sí mismo) o inferir la intención del acto. Que papá sostenga una cuchara en equilibrio sobre la nariz deja de ser una casualidad si lo repite varias veces. La psicóloga Amanda Woodward, actualmente en la Universidad de Chicago,

A partir de los ocho meses de edad, los niños no necesitan la palabra para ser graciosos. Los bebés «payasean», por ejemplo, queriendo meterle a sus padres en la boca los dedos de los pies

ha demostrado que los niños, en sus primeros años de vida, son capaces de inferir la intención de los actos y las palabras de los demás.

Un tercer elemento que puede ayudar a los bebés a distinguir las incongruencias mágicas de las cómicas es que las segundas no son imposibles. No tiene nada de mágico que mamá se ponga una taza por sombrero. La naturaleza no mágica de los acontecimientos humorísticos puede llevar a los bebés, lo mismo que a niños y a adultos, desde un estado inicial de desconcierto hasta un estado final de humor.

Cualquiera que sea su estrategia, los resultados experimentales revelan que, si bien los bebés empiezan a reírse ante acontecimientos graciosos hacia los cinco meses de edad, son capaces de detectarlos incluso antes. Con cuatro meses, se fijan con gran interés en los sucesos graciosos; incluso su ritmo cardíaco disminuye, según constatamos en nuestro estudio. Esta respuesta fisiológica se manifiesta cuando muestran un interés intenso en un estímulo, así como cuando sonríen.

El psicólogo Stephen Porges, de la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill, propone que la deceleración del ritmo cardíaco no es necesariamente reflejo de gozo en el bebé, sino que le prepara para ello. Cuando se les presenta algo nuevo, fijan la mirada en la novedad, respuesta que se acompaña de una disminución de la frecuencia cardíaca. Porges sugiere que esta calma fisiológica constituye una especie de recurso que permite al bebé mantenerse orientado hacia un estímulo nuevo que no resulta amenazante. Al combinar esta reacción con su propensión a la sociabilidad, pueden beneficiarse de la respuesta tranquilizadora y hallar placer en lo absurdo.

Puesta en común

Nuestro trabajo sugiere que los bebés son capaces de percibir y crear comicidad. Pero no toda la risa tiene relación con la diversión. Aunque no hay pruebas de que los bebés se rían cuando sufren molestias, sabemos que los adultos sí pueden reír sin alegría, y a menudo lo hacen. Esta observación puede hacernos entrever que la risa tiene una finalidad más profunda.

La risa, no importa cómo se manifieste, tiene carácter social. Robert Kraut y el fallecido Robert Johnson, ambos en la Universidad Cornell cuando publicaron su estudio, dieron paso en 1979 a la psicología evolutiva con un estudio que demostraba, entre otros resultados, que los jugadores de bolos no tendían a sonreír a los espectadores después de conseguir un pleno, sino cuando fallaban un tiro si en un lanzamiento anterior habían logrado tumbar todos los bolos. El psicólogo Robert Provine, de la Universidad de Maryland, ha observado que la risa tiene una probabilidad 30 veces mayor de darse en compañía de otras personas, independientemente de que haya ocurrido algo divertido. Su investigación demuestra que, a menudo, la risa acompaña comentarios banales del tipo: «Más vale que me vaya» o «Me alegro de verte». Por otra parte, aunque algo nos parezca gracioso, no necesariamente nos reímos por ello.

En los niños, la risa parece una señal de emoción positiva y de afiliación de unos con otros cuando juegan. Los psicólogos evolutivos Robin Dunbar y Guillaume Dezecache, de las universidades de Oxford y de Neuchâtel, respectivamente, han propuesto que la risa mantiene la armonía de las relaciones con los demás en los adultos. Esta idea se sustenta, sobre todo, en su poder contagioso, sea entre personas que se conocen o entre desconocidos.

La risa, pues, funciona como una especie de «pegamento social». También tiene muchos significados. Una risa nerviosa puede hacer que los demás nos conforten o apoyen. Una risa traviesa puede indicar que los comentarios no van en serio, que son una broma. Hoicka habla de un «marco humorístico», en el que los interlocutores sociales interpretan la interacción (una provocación, por ejemplo) de modo positivo.

De los cuatro a los seis meses, los bebés propenden a las emociones positivas. Todavía no temen a los extraños ni a la separación de sus cuidadores primarios. Admiten con facilidad la interacción con cualquier persona, porque ello aumenta las posibilidades para jugar, sonreír o reír. Desde una perspectiva evolutiva, el surgimiento conjunto de risa y sociabilidad resulta sensato.

En resumen, la risa también tiene un lado serio. Su valor como señal social y de cohesión en los mamíferos explica por qué forma parte del equipamiento innato del bebé. Es muy probable que, a la edad de cuatro meses, la risa de los niños arranque neurológicamente a partir de su atención intensa hacia los acontecimientos nuevos y sobresalientes del amplio contexto social. En el plazo de un mes, los bebés adquieren el refinamiento cognitivo necesario para detectar e interpretar que ciertos eventos sociales no amenazantes son graciosos. Unos pocos meses después, también los producen ellos mismos, para alegría y regocijo de todos. ★

© *Scientific American Mind*

PARA SABER MÁS

Infant clowns: The interpersonal creation of humour in infancy. Vasudevi Reddy en *Enfance*, vol. 53, n.º 3, págs. 247-256, 2001.

How infants know minds. Vasudevi Reddy. Harvard University Press, 2008.

Humor in infants: Developmental and psychological perspectives. Gina C. Mireault y Vasudevi Reddy. Springer, 2016.

EN NUESTRO ARCHIVO

Psicología de la risa. Richard Wisemann en *MyC* n.º 36, 2009.

Risa de rata. Jesse Bering en *IyC*, marzo de 2013.

La ventaja de la fantasía. Deena Weisberg en *MyC* n.º 82, 2017.

CEREBRO SOCIAL La investigación en polluelos y bebés de los mecanismos cerebrales que permiten reconocer a otros seres animados revela el desarrollo neurobiológico del llamado cerebro social y sus posibles alteraciones

Con ojos de neonato

ORSOLA ROSA-SALVA, ELISA DI GIORGIO Y GIORGIO VALLORTIGARA

ISTOCK / BODLER

Reconocemos un rostro en una nube o en una mancha sobre la pared. Pero nuestro cerebro nos permite distinguir de manera inmediata los objetos inertes de los que tienen vida. Hemos evolucionado en un ambiente que incluye muchos tipos de agentes animados: presas, depredadores, potenciales compañeros sexuales, individuos de la misma especie que pueden ser amistosos u hostiles. Detectar su presencia y entrever sus intenciones resulta fundamental para la supervivencia y reproducción humanas.

De hecho, el comportamiento y la semblanza de los agentes animados difieren mucho de los que muestran los objetos inertes. Los primeros se mueven por sí solos, como si dispusieran de un impulso interno de energía, mientras que los inertes consiguen desplazarse como resultado de una acción: un golpe que le propina otro objeto, por ejemplo. Parece lógico creer que con la experiencia aprendamos a distinguir estas dos categorías fundamentales de entidades que nos rodean. Las investigaciones han demostrado que los humanos, de la misma manera que gran parte de los animales, nacemos pertrechados biológicamente para reconocer las señales asociadas a la presencia de otros seres animados y a responder en consecuencia.

El estudio de los mecanismos neurobiológicos que nos permiten reconocer la condición animada de un agente ha ocupado el foco principal de nuestras investigaciones en los últimos cinco años. Los hallazgos pueden arrojar luz sobre el conocimiento de los trastornos del desarrollo neurológico asociados a la formación del denominado cerebro social.

Cuestión de velocidad

La historia de estos trabajos arranca en los años setenta del siglo pasado, concretamente en la Universidad de Cambridge, donde un grupo dirigido por el neurobiólogo Gabriel Horn estudió las bases neurológicas de la impronta de la cría de pollo doméstico. La impronta consiste en una forma de aprendizaje fácil de observar en los animales que presentan un desarrollo precoz, como las crías de pato o los polluelos. Estas criaturas nidífugas pueden moverse de forma autónoma inmediatamente después de la eclosión del huevo. Además, el primer agente al que se les expone tras nacer, normalmente por un escaso período de tiempo (algunas horas), se queda grabado en su memoria y lo reconocen como compañero social.

Horn centró su estudio en un área cerebral de los polluelos que parecía cumplir una función crucial para la impronta: cuando se lesionaba esta región, los polluelos quedaban amnésicos. Así, eran incapaces de diferenciar el objeto de impronta (por ejemplo, una caja roja) de un elemento nuevo (un cilindro azul). Sin embargo, los investigadores comprobaron, no sin una cierta consternación, que cuando usaban un agente supuestamente natural, una gallina de mimbre, los pollitos mantuvieron su preferencia por la gallina. Desde el punto de vista neurobiológico, no se trataba de una equivocación, ya que el área cerebral dañada era la que se encuentra implicada en el proceso de aprendizaje por impronta. Pero la preferencia por la gallina no estaba vinculada a un proceso de aprendizaje; esta tendencia también la manifestaban los animales que apenas habían salido del huevo, por lo que no habían tenido ninguna experiencia visual previa.

En investigaciones posteriores se observó que las regiones del cuello y de la cabeza resultan esenciales para que se manifieste la preferencia espontánea de los pollos recién nacidos. También por esa época, la pediatra Carolyn Goren y sus colaboradores en la Universidad de Carolina del Sur observaron que los niños recién nacidos prefieren seguir con la mirada esquemas faciales con la forma clásica de un triángulo invertido. No obstante, el descubrimiento se recibió con cierto escepticismo, puesto que la preferencia desaparecía en torno al primer año de vida. Sin embargo, Mark Johnson, del Colegio Birkbeck y antiguo estudiante de Horn, propuso la siguiente hipótesis: tal vez exista un mecanismo general que oriente la atención de los animales hacia los estímulos importantes para el aprendizaje. Las crías, guiadas por una predisposición biológica a prestar atención a esquemas similares a la configuración típica de una «cara», aprenden a reconocer a la madre sin distraerse con otros estímulos del ambiente.

En el cerebro, el mecanismo responsable de esa predisposición, que ya se activa al nacer, se encuentra debajo de la corteza. Esta, en su proceso de maduración, inhibe tal función en torno el mes de vida. En ese momento del desarrollo, los mecanismos de aprendizaje han fijado en la memoria una representación general de los rostros, por lo que el problema salta a un nuevo estadio: la capacidad de diferenciar unas caras de otras.

En síntesis: Sociales desde la cuna

1 De manera similar a la mayor parte de los animales, los humanos nacemos con la capacidad de reconocer y responder a las señales relacionadas con la presencia de otros seres animados.

2 El estudio de los mecanismos neurobiológicos que permiten el reconocimiento de seres animados aporta importantes hallazgos sobre el desarrollo del llamado cerebro social. Esta investigación se realiza con polluelos y neonatos humanos.

3 Los resultados amplían los conocimientos sobre las alteraciones en el cerebro social y contribuyen a la detección precoz de trastornos psíquicos, como el autismo.

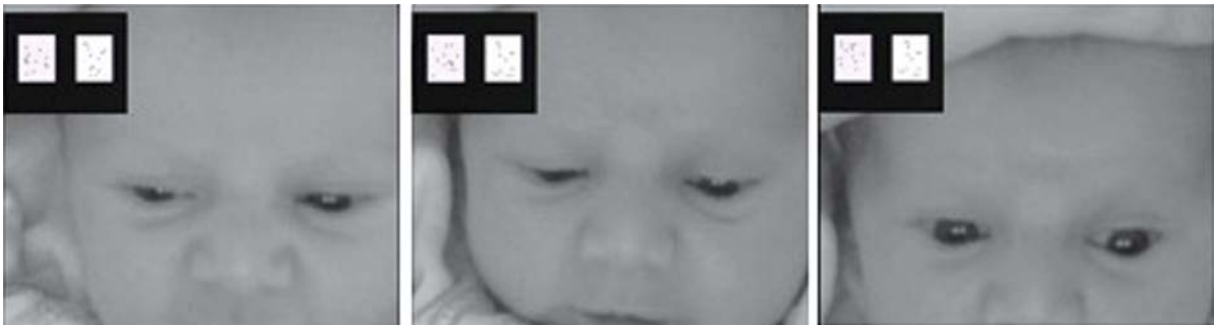
Cómo estudiar la predisposición social

Para el estudio de las preferencias por los estímulos sociales se utiliza un paradigma experimental muy sencillo. Se presentan a los neonatos dos imágenes próximas y se mide cuánto tiempo las miran: la imagen preferida será la que observen durante más tiempo (*A*). En la experimentación con polluelos se coloca cada animal en el centro de un corredor oscuro; en cada extremo del pasillo se muestra un estímulo luminoso diferente: el esquema de una cara en posición normal y el de una cara invertida (*B*).

Los movimientos del polluelo se miden a partir del tiempo que permanece junto a cada estímulo. En su primera experiencia visual, los polluelos prefieren situarse junto a un conjunto de puntos que se mueven siguiendo el ritmo semirrígido de la marcha de los vertebrados. En una de las imágenes, los puntos luminosos mantienen siempre la misma distancia entre ellos; en otra, varían sus distancias recíprocas (*C*). Por otra parte, los polluelos reconocen la dirección de la marcha de la gallina incluso cuando el estímulo «camina sobre sí mismo», de manera que permanece siempre en el centro de la pantalla (como en una cinta para correr), y se alinean con ella.

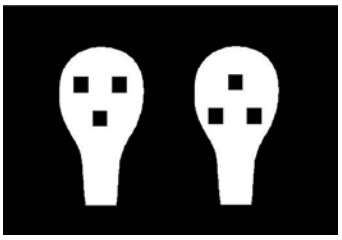
Como sucede en los bebés humanos, los polluelos pierden esta capacidad si el movimiento se presenta «boca abajo», es decir, de forma incoherente con la dirección de la gravedad.

A

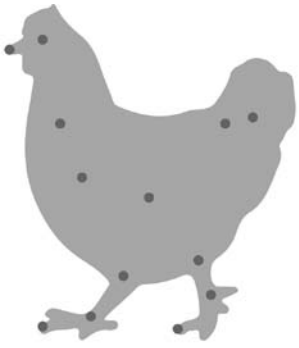


Un neonato observa dos estímulos en un monitor que representan un movimiento biológico y un movimiento aleatorio (*aparecen en miniatura arriba a la izquierda de cada imagen*).

B



Los bebés y los polluelos prefieren observar o acercarse a imágenes de caras esquemáticas en posición normal (*izquierda*) frente a los esquemas de rostros en posición invertida. Los neonatos con un alto riesgo de autismo pueden no manifestar esta preferencia.



Disposición de los puntos luminosos sobre el cuerpo de una gallina para crear estímulos propios de su movimiento biológico. En el vídeo que se muestra a los polluelos y a los neonatos (*derecha*) solo se ven los puntos, lo que enfatiza el movimiento y la forma del animal.

C

CORTESÍA DE GIORGIO VALLORTIGARA (*fotografías e ilustraciones*)

«Esto es una cara, de acuerdo, pero ¿se trata de la de mi madre o de otra persona?» Si bien resulta difícil asegurarse de que los neonatos no han visto ningún rostro humano salvo el materno, aunque solo haya sido por unos instantes, con los polluelos esta posibilidad resulta más fácil de controlar. Aprovechando esta ventaja, hemos constatado la preferencia de las crías de ave por los rostros esquemáticos, fenómeno que también sucede en los bebés.

El pollo doméstico, con la precocidad de comportamiento que lo caracteriza y el control experimental riguroso que ofrece, se ha convertido en el animal ideal para analizar si, de manera innata, tiende a dirigir su atención hacia los agentes animados y potenciales com-

pañeros sociales que le rodean. También hemos explorado este fenómeno en neonatos humanos.

En uno de los experimentos, colocamos puntos luminosos en posiciones estratégicas del cuerpo de un pollo de modo que reproducían su movimiento biológico. A continuación, expusimos a polluelos recién nacidos y que todavía no habían tenido una experiencia visual a esas imágenes, así como a otras en las que un mismo número de puntos de luz se movían con una velocidad media semejante pero de manera regular o casual. Descubrimos que las crías preferían el movimiento biológico. No obstante, esa preferencia no era específica del movimiento de la especie, sino que estaba asociada con el patrón de variaciones casi regulares que caracterizan el movimiento de los vertebrados.

Así, por ejemplo, los puntos que reproducían la marcha de un gato resultaban para los polluelos tan atractivos como los de una gallina. Este hallazgo confirma el papel de «guía» que ejercen las predisposiciones biológicas en los procesos de aprendizaje. No se trata tanto de proporcionar al polluelo los detalles del modelo del movimiento de la clueca: en un mundo en el que existen tantos entes que se mueven, resulta más útil que la impronta vaya dirigida a los agentes en movimiento que tengan mayor probabilidad de ser una gallina; y no una piedra que rueda por el suelo o una rama que agita el viento.

Francesca Simion y sus colaboradores de la Universidad de Padua han utilizado nuestros estímulos gallináceos luminosos para investigar el fenómeno en recién nacidos con una media de 70 horas de vida. Comprobaron que, como los polluelos, los neonatos preferían el movimiento biológico.

Según mencionábamos al principio, otra propiedad fundamental de los agentes animados, que ya reconoció Aristóteles en su día, consiste en la movilidad. De nuevo mostramos a un grupo de polluelos un agente que, o bien se movía por sí solo, o bien como resultado del impulso de otro objeto. Los animales preferían tener de compañero social al ente que se movía de manera autónoma. Los bebés con pocas horas de vida también miraban durante más tiempo a agentes que se movían por sí solos que a otros con un movimiento cuyo origen no estaba claro.

Pero ¿qué sucede con los juguetes con movimiento errático? ¿Qué los convierte en «animados»? Las investigaciones con personas adultas sugieren que las variaciones de velocidad bruscas, aceleraciones o deceleraciones, que caracterizan el movimiento de las criaturas animadas son las variables fundamentales (parecen más eficaces para los cambios de trayectoria). No obstante, podría pensarse que ello se debe a un aprendizaje; al fin y al cabo, un adulto ha contado con múltiples oportunidades para asociar cierto tipo de movimientos con entidades animadas y otros con objetos inanimados. Los polluelos sin experiencias previas (se experimentó con ellos justo después de que salieran del huevo) manifestaron una preferencia y una familiaridad selectiva ante objetos que se movían con velocidad variable (un pequeño disco rojo que se movía en una pantalla) frente a los que lo hacían con un desplazamiento uniforme.

Cabe resaltar que la base de la preferencia no depende tanto de las variaciones de velocidad, sino de la observación del preciso instante en que el objeto acelera y desacelera. Un ejemplo: si el momento del cambio de velocidad no resulta visible porque se realiza en un punto de la trayectoria en el cual el disco queda oculto por una barrera opaca, la preferencia no se manifiesta, a pesar de que las variaciones de velocidad entre los dos estímulos (el que tiene una velocidad constante y el que muestra una velocidad variable) se hayan visto. En este caso, las preferencias espontáneas de los polluelos recién nacidos se corresponden con las de los bebés con pocas horas de vida: también estos se sienten más atraídos por un objeto que acelera que por otro que se mueve a velocidad constante.

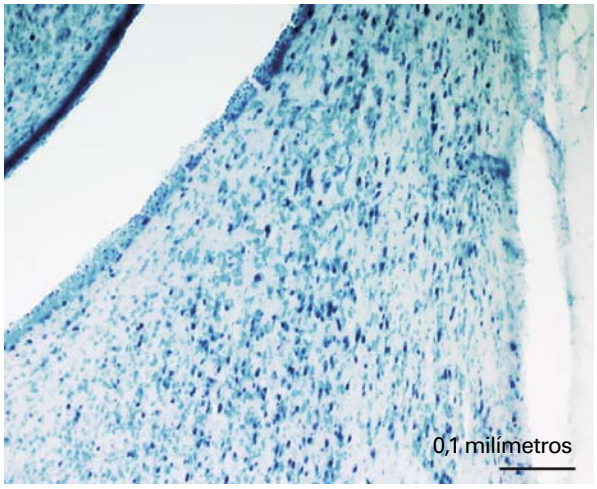
Cimientos del cerebro social

La experimentación con los polluelos no solo permite un riguroso control de la ausencia de experiencias previas, también permite indagar los mecanismos nerviosos responsables de las preferencias. Mediante una técnica que permite analizar la expresión genética exploramos, junto con Uwe Mayer y Elena Lorenzi, de la Universidad de Trento, el gen *c-fos* en el septum, área del cerebro que parece desempeñar una función crucial en la predisposición al reconocimiento de los objetos animados.

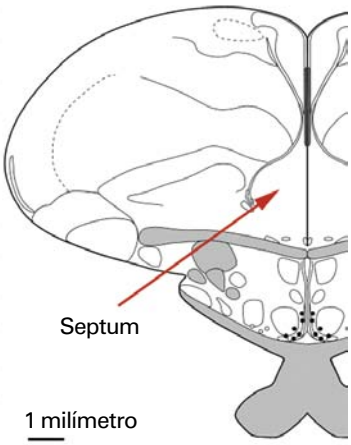
Presente en el cerebro de los mamíferos y de las aves, el septum se asocia con una función importante en la red neurológica para la conducta social. En concreto, se trata de un conjunto de estructuras subcorticales fundamentales para la regulación del comportamiento social en el sistema nervioso de los vertebrados. Además del septum, forman parte de ella la amígdala, el hipotálamo

LOS AUTORES

Orsola Rosa-Salva (*izquierda*) y *Elisa Di Giorgio* (*centro*) son investigadoras posdoctorales en el Centro Interdepartamental Mente y Cerebro (CIMeC) de la Universidad de Trento. *Giorgio Vallortigara* es profesor de neurociencias en el mismo centro.



CORTESIA DE GIORGIO VALLORTIGARA



La ilustración de la derecha muestra el septum (*flecha roja*) en el hemisferio izquierdo del telencéfalo de un polluelo (*sección coronal*). La imagen al microscopio exhibe la activación cerebral en el septum. Se aprecian los somas (*turquesa*) y los núcleos de las neuronas activadas (*azul oscuro*).

anterior y ventromedial, el área preóptica medial y el mesencéfalo.

En una futura fase de nuestro estudio prevemos registrar la actividad de neuronas concretas del septum y de las áreas conectadas mientras el animal observa indicios de animalidad. El objetivo es verificar si existe una selección en la respuesta a estos estímulos y descubrir los genes implicados en las predisposiciones. Un paso decisivo en esta dirección es identificar una variabilidad de base genética en la respuesta de los animales. En nuestro laboratorio, Elisabetta Versace ha estudiado razas de pollo seleccionadas genéticamente y que se han mantenido aisladas, en similares condiciones, durante casi 20 años. Los polluelos de las diversas razas muestran diferencias sutiles en las preferencias por los objetos animados, lo cual abre el camino para la aplicación de técnicas de genética y biología molecular con el fin de identificar los genes implicados.

Por lo común, resulta comprensible que se utilice un modelo animal para estudiar una cuestión biológica fundamental, como es la predisposición al reconocimiento de objetos animados, puesto que algunos animales presentan un repertorio de comportamientos complejos y bien desarrollados desde el momento en que nacen; además, su estudio permite un control riguroso de las experiencias sensoriales tanto en la etapa embrionaria como tras el nacimiento. Quizá menos fácil de entender es la utilidad práctica que puede aportar este modelo de experimentación para el análisis del comportamiento humano. Pero los polluelos y los bebés tienen un antepasado común, un antiguo reptil que dio origen a las líneas separadas de las aves y los mamíferos hace alrededor de 280 millones de años. Aunque pueda sorprender, nuestras investigaciones con crías de pollo doméstico pueden repercutir en el ámbito médico y clínico humano.

Nuestro razonamiento ha sido sencillo. La predisposición a reconocer los agentes animados constituye el cimiento sobre el que se edifica un cerebro social. La atención a los rostros, al movimiento biológico y a los desplazamientos autónomos son señales de la presencia de un agente social y de sus características (cómo son y se comportan). ¿Es posible que la carencia o el desarrollo imperfecto de estos cimientos básicos pueda repercutir en la formación de un cerebro social y causar alguna alteración en el neurodesarrollo?

Primeros pasos para la exploración

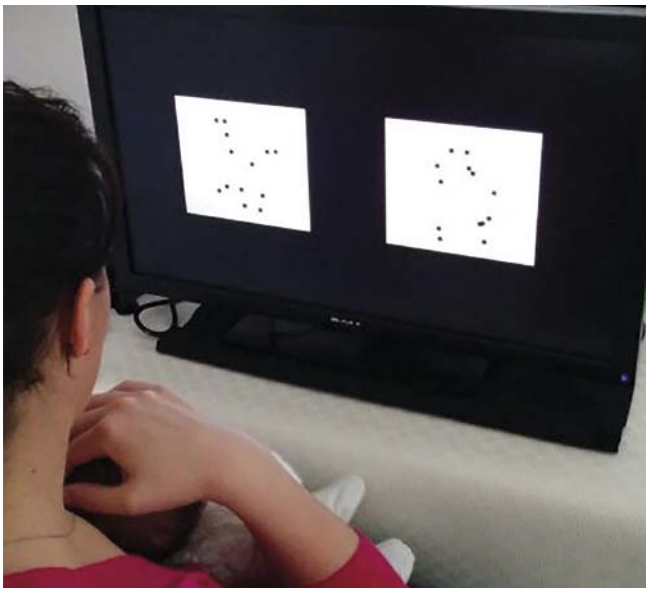
Un estudio que llevamos a cabo en colaboración con la Red Italiana para el Reconocimiento Precoz de las Alteraciones en el Espectro Autista (NIDA), coordinado por Maria Luisa Scattoni, del Instituto Superior de Sanidad de Italia, apunta en esa dirección. Partimos del hallazgo de que en la base de las dificultades sociales propias de los trastornos del espectro autista (TEA) se encuentra un mal funcionamiento del cerebro social. Estudios mediante resonancia magnética funcional han demostrado que los estímulos sociales (rostros y movimiento biológicos) no activan las mismas áreas cerebrales en adultos con autismo que en probandos de la misma edad sanos. En estos últimos, los estímulos sociales activan áreas corticales específicas (entre ellas, el área fusiforme, especializada en el procesamiento de las caras), mientras que en los autistas se activan regiones corticales que, por lo general, se activarían en respuesta a la visión de objetos. En otras palabras, para las personas con autismo, a diferencia de lo que ocurre con las sanas, los estímulos sociales presentan el mismo valor que los objetos inanimados. Ello sugiere que el estudio del cerebro social y de sus orígenes es importante para la comprensión de esta psicopatología.

Para nuestra investigación exploramos neonatos con un alto riesgo genético de desarrollar autismo (tenían un hermano diagnosticado de TEA) y otros con un bajo riesgo (sin familiares cercanos afectos). Dentro de la primera década de vida, los dos grupos de bebés participaron en observaciones comportamentales idénticas. Se les

El cerebro social en el autismo

Los trastornos del espectro autista (TEA) consisten en un conjunto heterogéneo de modificaciones en el neurodesarrollo relacionadas con una alteración en la maduración cerebral presente ya en el período fetal. Se manifiestan durante los primeros tres años de vida y se caracterizan por déficits en la capacidad de comunicación y la interacción social del niño, así como por la presencia de intereses y comportamientos limitados y repetitivos.

Recientes estudios efectuados en Estados Unidos indican que uno de cada 88 niños presenta el trastorno, y que su prevalencia es mayor en el sexo masculino que en el femenino. En la mayoría de los casos existe una causa genética. Entre los signos que pueden hacer sospechar de un TEA en los primeros meses de vida se hallan que el bebé presenta un retraso en el desarrollo lingüístico, que no responde a su nombre, que su contacto visual es escaso e inconstante y que muestra poco interés por los demás.



CORTESÍA DE GIORGIO VALLORTIGARA

Un neonato con alto riesgo de autismo observa dos estímulos en un monitor del laboratorio móvil de los autores.

mostraban dos imágenes (por ejemplo, una cara esquemática en posición normal y una cara esquemática invertida) y se medía el tiempo que miraban cada imagen. De este modo se evaluaba si los neonatos de los dos grupos prestaban la misma atención a los estímulos sociales.

Los resultados fueron reveladores: en el grupo de bebés con un alto riesgo de autismo se registró una menor propensión a observar los estímulos sociales (la imagen esquemática de una cara y la de un movimiento de tipo biológico) y una preferencia por los estímulos no sociales (una cara invertida o un movimiento casual). Este hallazgo apoya la hipótesis de que una anomalía de las predisposiciones sociales típicas en los neonatos puede estar relacionada con el desarrollo de trastornos como el autismo.

Este descubrimiento arroja luz sobre los mecanismos que guían la especialización del cerebro social a lo largo de su desarrollo, sea típico o atípico. Asimismo, si se confirman los datos en un número más amplio de neonatos, podría representar el primer paso hacia la puesta a punto de un protocolo de exploración precoz en los bebés con riesgo de padecer autismo (por lo general, la patología se diagnostica en torno a los tres años).

Todo ello abre las perspectivas para una intervención rehabilitadora meticulosa y precoz durante los «períodos sensibles», en los que el sistema nervioso muestra una mayor predisposición para el cambio. Además, la investigación sobre las predisposiciones al reconocimiento de los agentes animados puede servir de punto de partida para el estudio del desarrollo del cerebro social y de sus alteraciones. ★

Artículo publicado en *Mente y Cerebro* n.º 85

© *Le Scienze*

PARA SABER MÁS

Difference in visual social predispositions between newborns an low- and high-risk for autism. E. Di Giorgio et al. en *Scientific Reports*, vol. 6, art. 26.395, 20 de mayo de 2016.

Filial responses as predisposed and learned preferences: Early attachment in chicks and babies. E. Di Giorgio et al. en *Behavioral Brain Research*, publicado en línea, 8 de septiembre de 2016.

Spontaneus preference for visual cues of animacy in naïve domestic chicks: The case of speed changes. O. Rosa-Salva y G. Vallortigara en *Cognition*, vol. 157, págs. 49-60, diciembre de 2016.

EN NUESTRO ARCHIVO

Sentimiento social en pañales. Christian Wolf en *MyC* n.º 54, 2012.

Expertos en rostros. Stefanie Höhl, *en este mismo número*.

SUSCRÍBETE A INVESTIGACIÓN Y CIENCIA

Ventajas para los suscriptores:

- **Envío** puntual a domicilio
- **Ahorro** sobre el precio de portada
  ~~82,80 €~~ 75 €
  por un año (12 ejemplares)
  ~~165,60 €~~ 140 €
  por dos años (24 ejemplares)
- **Acceso gratuito** a la edición digital de los números incluidos en la suscripción

Y además elige 2 números de la colección TEMAS gratis

www.investigacionyciencia.es/suscripciones

Teléfono: +34 934 143 344

DÉFICIT SOCIOEMOCIONAL Los niños que crecían en una institución pública rumana iniciaban la vida con grandes desventajas, pero cuanto antes encontraban una familia adoptiva, mayor probabilidad tenían de superar sus carencias emocionales y cognitivas. El estudio de los huérfanos sociales ayuda a entender el cerebro en desarrollo

Los años sensibles

CHARLES A. NELSON III, ELIZABETH A. FURTADO, NATHAN A. FOX Y CHARLES H. ZEANAH, JR.

En 1989, Nicolai Ceausescu, dictador comunista que había gobernado Rumanía durante 24 años, fue ejecutado por un pelotón de fusilamiento. Una revolución posterior dio paso a un nuevo Gobierno. A la sazón, el inquisitivo Occidente pasó a explorar un país hasta entonces escondido del mundo. Se descubrieron cerca de 170.000 niños abandonados en unas instituciones públicas languidecientes. La mayoría eran «huérfanos sociales», niños y niñas entregados por familias pobres, aunque también abundaban los niños necesitados de cuidados médicos, abandonados por el estigma de sus enfermedades o porque sus padres no podían hacerse cargo de ellos.

¿Cómo ocurrió esta tragedia? En 1966, Ceausescu decidió que la mejor manera de convertir a Rumanía en un país poderoso era aumentando su producción económica. Para conseguirlo, pensó que hacía falta capital humano. Así pues, decidió ilegalizar la contracepción, prohibir el aborto y agravar impuestos a las familias que tuvieran menos de cinco hijos. La tasa de natalidad se disparó e irradió la pobreza. Muchas familias no podían mantener a todos los hijos que les obligaban a procrear, por lo que Ceausescu desplegó una red de instituciones en las que prometió criar a los niños abandonados. Más que una práctica estigmatizada, el abandono de niños pasó a contar con la aprobación implícita de la sociedad: fue un cambio cultural en Rumanía. El número de niños ingresados en instituciones desde pequeños fue en aumento. Los padres mantenían lazos legales con ellos; algunos los visitaban; sin embargo un gran número de los progenitores simplemente desaparecieron de la vida de sus hijos.

Poco después del golpe de Estado de 1989, los medios de comunicación occidentales documentaron las terribles condiciones de estas instituciones. Se encontró a los niños pequeños confinados en cunas, con la ropa de cama sucia y poca estimulación sensorial. En cualquie-

En síntesis: Ayer y hoy de los huérfanos sociales

1 Los niños de los orfanatos rumanos creados por Ceausescu en los años sesenta presentaban problemas cognitivos debido a la poca estimulación sensorial y emocional.

2 Muchos aspectos del desarrollo sensorial, cognitivo, lingüístico y socioemocional dependen de experiencias durante los períodos sensibles.

3 El Proyecto de Intervención Temprana de Bucarest, iniciado en el año 2000 en Rumanía, investiga los efectos del acogimiento familiar de calidad.

En esta imagen de 1991, una trabajadora de un orfanato de Rumanía pasa rápidamente por delante de las hileras de cunas con bebés y niños pequeños. Por entonces, vivían en esta institución de Craiova más de 250 niños de entre uno y cinco años de edad. Superaban en número a sus cuidadores en una proporción de unos 15 a 1. Las condiciones en esta institución rumana mejoraron en los años noventa. No obstante, a través del Proyecto de Intervención Temprana de Bucarest, que comenzó en 2000, todavía se detectaron múltiples carencias en el desarrollo de los pequeños pupilos.

ra de las instituciones, el promedio de niños pequeños a cargo de un cuidador era de 15. El personal a menudo presentaba un bajo nivel educativo, además de carecer de formación en el desarrollo infantil. Imperaba la disciplina. Para ir al baño, se sentaba a los niños en filas de orinales de plástico. Todos ellos llevaban cortes de pelo similares (independientemente del sexo), misma vestimenta y se les alimentaba en horario fijo, de forma silenciosa y mecanizada. La alimentación era inadecuada. En algunas instituciones, los más mayores sufrían abusos físicos o sexuales.

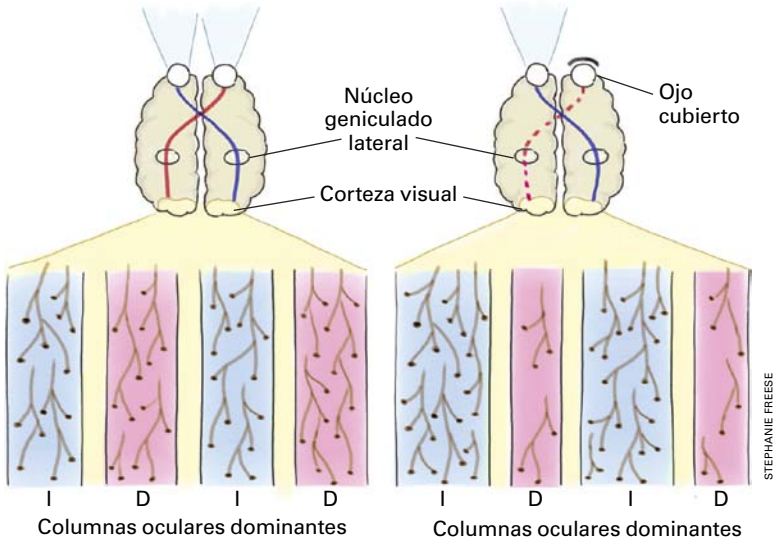
En el año 2000, nuestro equipo de investigación comenzó una evaluación de los niños de estas instituciones rumanas. Para entonces, dichos centros habían mejorado de forma significativa. Para muchos ciudadanos continuaban siendo destino aceptable para los menores. Sin embargo, al examinar a los pequeños, documentamos múltiples razones por las que la vida institucional puede dificultar el desarrollo cerebral normal en niños pequeños. También observamos cómo estos mejoraban después de confiarlos a un régimen de acogimiento familiar de calidad. Dichos descubrimientos fomentaron cambios en Rumanía, además de originar implicaciones mucho más amplias. Según nuestras conclusiones, los gobiernos del mundo no deberían demorar mucho la búsqueda de buenos hogares para los millones de niños que en la actualidad viven en instituciones repartidas por todo el mundo.

Signos de dificultad

Al revelarse las difíciles condiciones de los niños en las instituciones rumanas, los padres occidentales corrieron en su ayuda. Miles de huérfanos fueron adoptados en hogares de Estados Unidos, Gran Bretaña y Canadá. Pero muchos padres pronto se encontrarían sobrepasados por las necesidades especiales de sus niños rumanos. Un gran número de ellos presentaba un tamaño demasiado pequeño para su edad; mostraban retrasos cognitivos y

La visión binocular

El desarrollo de la visión binocular resulta un buen ejemplo de la importancia de la experiencia y los períodos sensibles de un cerebro humano en desarrollo. Los niños que pueden enfocar con los dos ojos durante un período crítico son muy propensos a desarrollar visión binocular. Si uno de los ojos no funciona de manera correcta, dicha oportunidad podría perderse. Las investigaciones con animales muestran que el tamaño de las columnas neuronales que procesan la información de cada ojo, así como la densidad de las sinapsis que se encuentran en ellas, varían según las señales recibidas. Si un ojo recibe menos señales, la columna correspondiente es más pequeña.



lingüísticos importantes, problemas de comportamiento (sobre todo, hiperactividad) y, quizá lo más notorio, problemas para entablar y mantener relaciones con sus seres queridos. Por fortuna, muchos resolvieron los problemas más graves, aunque continuaron las dificultades para las relaciones interpersonales y las funciones ejecutivas (entre ellas, la regulación de la atención y de las emociones).

¿Deberían sorprender dichas secuelas conductuales? No. Desde mediados del siglo xx se sabe que los niños que han crecido en instituciones presentan retrasos en la mayoría de los ámbitos del desarrollo, incluidos el crecimiento físico y el desarrollo cognitivo, lingüístico y emocional. Estos niños suelen tener dificultades para regular la atención y las emociones. Muchos carecen de criterio sobre cómo comportarse socialmente. Por ejemplo, pueden subirse al regazo de un completo extraño o marcharse con él. Cuanto más tiempo pasan en una institución, más probable es que padezcan retrasos o problemas de desarrollo, como también demuestran investigaciones anteriores.

A pesar de que es conocida esta conexión entre el hecho de criarse en una institución y el padecer retrasos en el desarrollo, continúa la incertidumbre sobre el porqué. La abundante investigación realizada con animales (sobre todo con monos) ha puesto de relieve las consecuencias de tales carencias. Harry Harlow, de la Universidad de Wisconsin, marcó un hito con sus investigaciones de los años cincuenta del pasado siglo, en las que demostraba cómo las crías de mono que crecían sin sus madres sufrían daños emocionales considerables. No obstante, los investigadores seguían preguntándose si la verdadera causa era haber crecido en una institución. Quizá, se decían, los niños abandonados en instituciones y los que no, sean diferentes. Puede que, por ejemplo, sufrieran más complicaciones prenatales o nacieran con una incidencia más alta de defectos genéticos (síndrome de Down, por ejemplo) o complicaciones perinatales, como parálisis cerebral. Quizá sus familias fueran pobres; eso lo explicaría.

Por otro lado, algunos investigadores se preguntaban si los estudios subestimaban las consecuencias de la institucionalización en el desarrollo de los niños. En las investigaciones sobre las niñas y los niños adoptados de instituciones, existe un importante potencial de margen de error en las muestras. Es posible que solo sean adoptados los más sanos o bien parecidos. Los estudios de adopción que incluyen solo a estos niños —los que han mostrado mejoras sustanciales en su desarrollo— quizás hayan subestimado problemas de desarrollo físico y cognitivo en general. Para tratar estas y otras cuestiones, en el año 2000 nos embarcamos en una iniciativa científica y humanitaria, el Proyecto de Intervención Temprana de Bucarest (BEIP, por sus siglas en inglés). Todavía en curso, el BEIP consiste en un ensayo aleatorio y controlado del régimen de acogida como intervención con menores institucionalizados en Rumanía. Para el proyecto se reclutaron probandos de las seis instituciones de menores de Bucarest y se realizaron evaluaciones iniciales a 136 niños en el entorno en el que recibían los cuidados. Los participantes seleccionados estaban todos relativamente sanos, sin deficiencias genéticas obvias ni discapacidades, como una parálisis cerebral o el síndrome de alcoholismo fetal [*véase* «La huella del alcohol en el feto», por Reinhold Feldmann, *en este mismo número*].

De forma aleatoria se asignó a una mitad de los probandos un régimen de acogida de alta calidad creado en especial para el estudio; la otra mitad permaneció en la

institución, recibiendo los cuidados usuales. La edad media de los ubicados en régimen de acogida era de 22 meses (tenían entre los 6 y los 31 meses). También de manera aleatoria se evaluó de nuevo a los niños a los 30, 42 y 54 meses mediante la comparación del desarrollo de los que estaban en régimen de acogida con el de los que permanecían en las instituciones. Asimismo, con el fin de afinar el resultado, evaluamos a un grupo de niños rumanos reclutados en clínicas pediátricas y que nunca habían sido institucionalizados. En cada evaluación medíamos su crecimiento físico, su función cognitiva, su desarrollo social y emocional, el apego y los problemas de comportamiento. Además, medimos aspectos de desarrollo del lenguaje, el entorno del cuidado infantil, síntomas psiquiátricos y funcionamiento cerebral. Hemos publicado algunos de los resultados en revistas científicas durante los últimos seis años; ahora estamos reevaluando a los niños al cumplir los ocho años de edad. Antes de detallar nuestros descubrimientos, consideramos importante revisar algunas cuestiones éticas que tuvimos que tener en cuenta, además de explicar en detalle el marco intelectual que fundamentó dicha investigación.

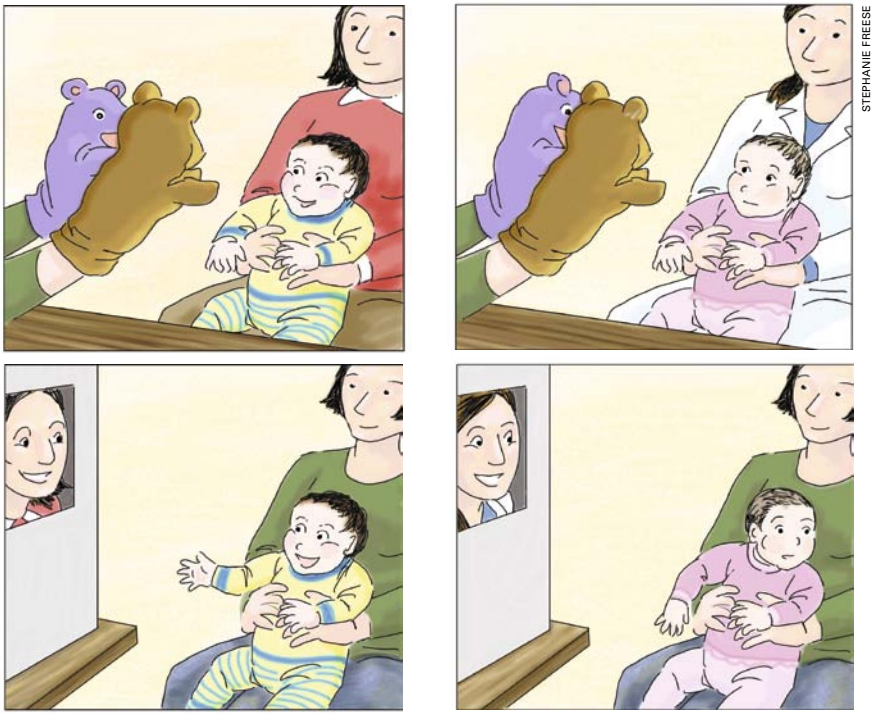
Niños muy vulnerables

Debido a que los bebés y los niños pequeños abandonados que viven en instituciones públicas son extremadamente vulnerables, procedimos con una cautela tremenda con los niños rumanos. Se puede cuestionar, con razón, incluso la ética de realizar un estudio aleatorio en el que la mitad de los menores implicados va a recibir unos cuidados ya de por sí inferiores. Es importante entender que, cuando empezamos, casi no existía régimen de acogida público en Bucarest. El Estado todavía se encargaba de los niños abandonados ingresándolos en instituciones. Existía un debate dentro del Gobierno sobre si se prefería cuidado institucional o régimen de acogida. Además, ningún ensayo aleatorio y controlado había comparado nunca régimen de acogida y cuidado institucional, lo que significa que no se podían sacar conclusiones claras sobre las diferencias. Todos los estudios previos resultaban sospechosos a causa del potencial margen de error de la muestra. Fue en este contexto en el que el secretario de Estado rumano para la protección infantil nos invitó a dirigir el estudio.

Estábamos motivados, en parte, por el hecho de que todos los niños habrían permanecido institucionalizados si el estudio no se hubiera llevado a cabo. Insistimos en que ninguno de los que confiáramos al régimen de acogida regresaría nunca a una institución. Tampoco requerimos que ningún niño permaneciera en la institución mientras durara el estudio. De hecho, a medida que avanzaba la investigación, la mayoría de los niños seleccionados al azar para quedarse en las instituciones fueron reunidos con sus familias, adoptados en el país o confiados a un régimen de acogida gubernamental, inexistente en el momento de iniciar el estudio. Es más, de los 68 menores que permanecieron en su situación original, solo 14 seguían en una institución en el momento de escribir este artículo.

Clasificación de los estados emocionales

Los psicólogos clasifican los estados emocionales y las respuestas de atención de los niños pequeños observando cómo reaccionan cuando se llevan a cabo actividades que les encantan: el juego de marionetas de mano y el cucútras. A la izquierda, un bebé responde de la forma esperada. A la derecha, en cambio, otro pequeño muestra emociones menos positivas y presta una menor atención de la habitual en un niño al que se le presentan actividades divertidas. Estas reacciones son más comunes entre los niños institucionalizados dentro del Proyecto de Intervención Temprana de Bucarest.



STEPHANIE FREESE

MICHAEL CARROLL PHOTOGRAPHY

Un niño de seis años, que había residido en un centro rumano para niños abandonados, recibe atención amorosa y personal de su madre adoptiva en su apartamento familiar de Bucarest en 2007. La relación como madre e hijo de acogida empezó cuando el niño contaba con 11 meses de vida, edad a la que comenzó a vivir con su madre adoptiva.

Para comprender por qué el cuidado institucional resulta nocivo, es vital entender las necesidades de un cerebro humano en desarrollo. Es cierto que la genética desempeña una importante función en el desarrollo posnatal del cerebro. Mas la experiencia es el motor que mueve gran parte de tal proceso. Si los niños no disponen de ciertas experiencias, es posible que su cerebro no se desarrolle en todo su potencial. Un segundo principio vital es que muchos aspectos del desarrollo sensorial, cognitivo, lingüístico y socioemocional dependen de experiencias que ocurren durante períodos de tiempo concretos, los períodos sensibles. Si no se recibieran estímulos durante estas etapas de la vida, podría peligrar el desarrollo, incluso en algunos casos, para siempre.

Consideremos el siguiente ejemplo: la capacidad para ver el mundo en tres dimensiones a través de los dos ojos (visión binocular o estereoscópica) se basa en la capacidad del bebé para mover los ojos a la vez con el fin de converger en un objeto o escena distante. Los niños bizcos o incapaces de coordinar los dos ojos a la vez corren un alto riesgo de no desarrollar visión binocular. Si se trata la afección en los primeros años de vida, puede recuperarse la visión normal. En cambio, si no existe un tratamiento o este falla, el niño nunca desarrollará la visión binocular.

Hoy por hoy, tenemos bastantes nociones sobre los mecanismos neurobiológicos que subyacen a los períodos sensibles. Por regla general, los recién nacidos producen de forma masiva sinapsis (puntos de contacto entre las neuronas), incluso muchas más que los adultos. Con el tiempo, las sinapsis desaparecen o sufren un proceso de poda, el cual depende mucho de las experiencias. En el caso de la visión binocular, experimentos con gatos demuestran que los estímulos que reciben los dos ojos se envían a columnas de células conectadas que residen en la corteza visual. Las células y las sinapsis que conforman estas columnas de dominación ocular disminuyen con el tiempo a un ritmo acorde a los estímulos que reciben los dos ojos. Si la estimulación es inferior a lo normal, el proceso de poda es también mayor de lo normal, ya que algunas sinapsis no se estimulan o «confirman» de manera adecuada. En caso de no recibirse de nuevo la estimulación apropiada durante un período sensible, se pierde la oportunidad de recuperar la visión binocular.

La carencia sensorial y social funcionan de forma similar. Imaginemos que los ojos de un bebé están sanos, pero que tienen poco o nada a lo que dirigir su mirada. Esto ocurre cuando los bebés están tumbados boca arriba en la cuna mirando al techo blanco y continúan así durante el primer año o más de su vida, a excepción de cuando ocasionalmente se les alimenta. En vez de percibir un mundo visual rico y cambiante compuesto por patrones, formas y colores, ven un mundo estático, sin patrones y acromático.

En muchas instituciones, aunque no en todas, puede privarse a los niños de mucho más que la información de estímulos visuales complejos. Al tomarlos apenas en brazos, los bebés reciben poca estimulación táctil. Con un único cuidador a cargo de 15 niños o más, la estimulación lingüística y cognitiva es mínima. Y quizá lo más importante: ya que muchos niños no tienen la oportunidad de establecer una relación intensa y duradera con un cuidador principal, se pone en riesgo su desarrollo social y emocional. Estudios previos, aunque deficientes, como ya se ha explicado, sugieren algunas diferencias neurobiológicas en los menores institucionalizados. Las pruebas han demostrado que presentan una actividad metabólica más baja en regiones de la corteza frontal, las cuales se encargan de las funciones ejecutivas, como la planificación y la regulación emocional. Dicha disminución también se manifiesta en la corteza temporal, responsable de la memoria, el lenguaje y las emociones.

Asimismo, se detectaron menos conexiones entre las regiones cerebrales.

Nuestro proyecto en Rumanía nos permitió evaluar las consecuencias de las carencias en general en muchos aspectos del desarrollo. También pudimos analizar si los efectos de las carencias a edades tempranas pueden revertirse con la intervención adecuada. Podíamos intentar localizar períodos sensibles, es decir, desarrollar una línea de investigación que esclarecería qué tipo de experiencias deben darse y en qué momento de la vida para facilitar un desarrollo normal.

El daño ya infligido

Observamos que los niños rumanos institucionalizados presentaban déficit de desarrollo en casi todos los aspectos que medimos. Empezaremos con el apego. Los sentimientos sanos de apego entre un bebé y al menos un adulto resultan vitales para que el niño sea capaz de mantener unas relaciones saludables a lo largo de su vida. En Rumanía evaluamos este factor mediante el procedimiento de la situación extraña. Dicho protocolo incluye una serie de interacciones, entre ellas la separación y reunión de un bebé con uno de sus padres o cuidador y con un adulto extraño. Se reunió a los niños institucionalizados con aquellos cuidadores que, según se había observado, eran de su preferencia. El procedimiento, moderadamente estresante, evalúa el equilibrio del niño entre la conducta exploratoria y la búsqueda de proximidad y consuelo en un cuidador (padre o profesional) más que en un extraño.

Profesores y estudiantes de posgrado previamente formados y que no conocían qué niños estaban institucionalizados, observaron en las grabaciones de vídeo de los encuentros el comportamiento de los niños; lo clasificaron como «seguro», «inseguro» o «desorganizado». La última categoría corresponde a comportamientos contradictorios o confusos de apego o miedo al cuidador. En concreto, el apego desorganizado o desorientado es a menudo un indicador de un mayor riesgo de psicopatología presente o futura. Los observadores puntuaron también el grado de apego, en caso de existir, entre un niño y un cuidador.

Los resultados de la evaluación fueron impactantes. Descubrimos que el cien por cien de los niños nunca institucionalizados mostraba un apego totalmente desarrollado, pero solo el 3 por ciento de los institucionalizados tenía vínculos completamente formados. Antes de la selección al azar, el 65 por ciento de los niños institucionalizados mostró un apego desorganizado con su cuidador de preferencia, mientras que otro 13 por ciento mostraba un grado tan bajo de apego que ni siquiera podía clasificarse. Por el contrario, solo el 22 por ciento de los niños nunca institucionalizados que viven con sus familias biológicas mostró un vínculo afectivo desorganizado con sus madres.

También comprobamos si padecían trastorno reactivo del apego (TRA), incluyendo a los niños que mostraban retraimiento emocional o conductas inhibidas y a aquellos que se manifestaban sociables o desinhibidos de manera indiscriminada. Por lo general, los primeros fracasan al buscar o reaccionar de forma diferenciada ante cuidadores adultos, tienen disminuida su capacidad de participación social y reciprocidad y presentan problemas para regular sus emociones. Los segundos carecen de criterio a la hora de buscar consuelo y apoyo, se relacionan con adultos desconocidos, no saben cómo dirigirse a sus cuidadores en entornos extraños y están deseosos de acercarse, interactuar e irse con completos extraños. Los niños institucionalizados en Rumanía mostraron niveles más altos de TRA en comparación con el grupo de niños nunca institucionalizados.

Con el fin de evaluar los entornos de cuidado infantil utilizamos una herramienta denominada registro observacional del entorno del cuidado infantil. Durante una hora y media grabamos en vídeo a sujetos en su entorno familiar y con sus cuidadores preferidos. Después, se codificaron las cintas de vídeo con el objetivo de analizar los comportamientos del niño y de su cuidador. La calidad del cuidador se calculó según el promedio de cinco puntuaciones cualitativas (sensibilidad del cuidador, estimulación del desarrollo, valoración positiva del niño, afecto natural y desapego). Como esperábamos, la puntuación de la calidad de los cuidados era superior en los niños que vivían con sus familias que en los que vivían en instituciones.

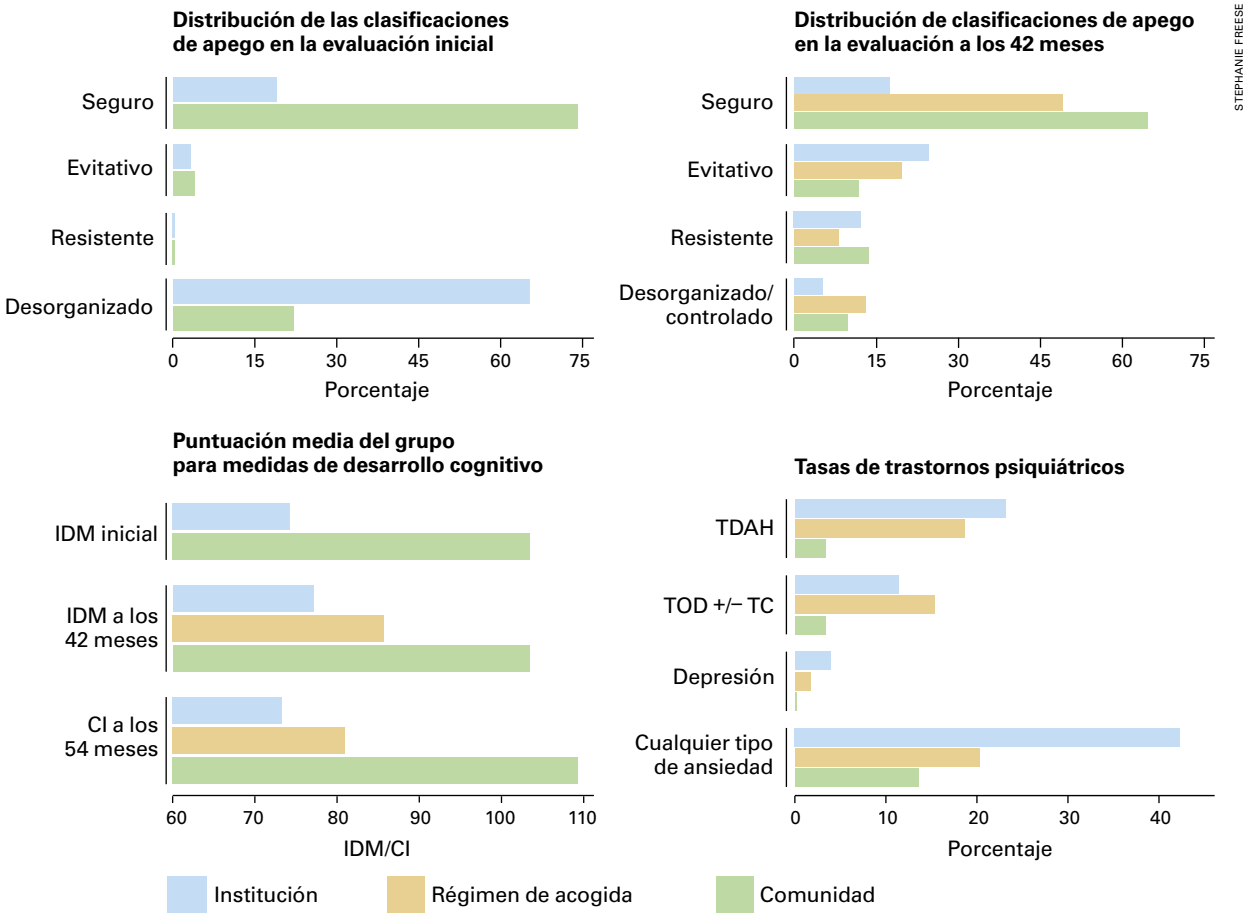
Mediante las escalas Bayley de desarrollo infantil se evaluó el desarrollo cognitivo en la muestra del BEIP al principio del estudio, antes de confiar a los niños a hogares de acogida, y después, entre los 30 y los 42 meses de edad. Los niños criados en instituciones mostraron un rendimiento intelectual muy inferior en comparación con los niños que crecieron con sus familias biológicas (o niños de la comunidad). Según el índice de desarrollo mental de Bayley (IDM), equivalente aproximadamente a las puntuaciones del cociente de inteligencia (CI), la puntuación media de los niños del grupo institucionalizado a los 30 meses de edad fue de 74 puntos, un nivel asociado con el retraso mental. La puntuación de los

LOS AUTORES

Charles A. Nelson III es profesor de pediatría y neurólogo en la facultad de medicina de Harvard en Boston. *Nathan A. Fox* investiga sobre el desarrollo infantil en la Universidad de Maryland en College Park. *Charles H. Zeanah Jr.* es profesor de psiquiatría en la Universidad Tulane en Nueva Orleans. La terapeuta *Elizabeth A. Furtado* coordina el Proyecto de Intervención Temprana de Bucarest.

Comparativa de desarrollo

La evaluación del desarrollo en los niños institucionalizados al comienzo del Proyecto de Intervención Temprana de Bucarest permitió analizar los cambios en niños que, elegidos al azar, fueron sacados de las instituciones frente a los que permanecieron en los centros. Para precisar aún más dicha comparación, se reclutó dentro del estudio a menores que vivían con sus familias biológicas. Los niños ingresados en las instituciones obtuvieron las puntuaciones más bajas de desarrollo. Por otra parte, al alcanzar la edad suficiente para ser evaluados, manifestaron las puntuaciones más altas en relación a trastornos psiquiátricos.



STEPHANIE FREESE

IDM: Índice de desarrollo mental; CI: Cociente intelectual; TDAH: Trastorno por déficit de atención con hiperactividad; TOD: Trastorno de oposición desafiante; TC: Trastorno de conducta

niños del grupo de la comunidad fue de 103, el promedio normal.

Quizás una de las características más inusuales de esta investigación es la medida de la actividad cerebral en bebés y niños pequeños. El BEIP es el único estudio que conocemos que ha comprobado la actividad cerebral en bebés y niños pequeños mientras vivían en un entorno institucional. Se midió la actividad cerebral registrando el electroencefalograma (EEG) y un subconjunto de este: el potencial relacionado con evento (PRE). A los niños se les colocó una gorra de licra elástica (parecida a un gorro de natación) que contenía unos pequeños sensores con los que se grabó la actividad eléctrica cerebral.

Para el registro del EEG se utilizaron 15 electrodos durante una actividad en la que los bebés y los niños pequeños permanecían atentos y en silencio. Se computó la potencia del EEG (una estimación de la cantidad de actividad cerebral) en tres bandas de frecuencia (theta: 3 a 5 hercios, alfa: 6 a 9 hercios, y beta: 10 a 18 hercios) en cada electrodo. Se supone que cada banda de frecuencia posee un significado funcional diferente. La actividad alfa, por ejemplo, refleja un estado mental consciente con procesamiento cognitivo asociado; la actividad beta, por su parte, indica una relación más activa con el entorno. Durante la prueba inicial, el grupo de los niños institucionalizados mostró una potencia alfa y beta más baja en comparación con el grupo de niños de la comunidad de la misma edad. Los resultados sugerían un retraso en el desarrollo cerebral de los institucionalizados.

El PRE representa la amplitud y el ritmo de respuesta del cerebro ante un evento concreto. Se registraron los PRE en relación a la respuesta ante expresiones faciales de miedo, enfado, felicidad y tristeza. Examinamos la amplitud de pico (magnitud de la señal de respuesta del cerebro) y la latencia (tiempo en que ocurre la señal de respuesta) de varios componentes PRE. Se observaron muchas diferencias entre los niños que vivían en instituciones y los que vivían con familias. Las amplitudes eran más pequeñas para varios componentes PRE del grupo institucionalizado en comparación con los niños de la comunidad. Por otra parte, las latencias para estos componentes eran más largas en el grupo institucionalizado, lo que indicaba un procesamiento más lento en niños con un historial de institucionalización. Por último, los sujetos del grupo nunca institucionalizado mostraron una especialización del hemisferio derecho para el reconocimiento de caras, respuesta esperada. Los niños del grupo institucionalizado no la mostraron.

Asimismo, se implicó a los niños en dos tareas correspondientes a las evaluaciones estandarizadas de la reacción emocional Lab-TAB. Se trataba de dos actividades ideadas para suscitar respuestas emocionales positivas en niños pequeños. La primera era una representación con marionetas. Consistía en sentar al niño en el regazo de su cuidador y presentarle dos marionetas; estas hablaban entre sí y con el niño, tras lo que intentaban hacerle cosquillas. En la otra prueba, el juego del cucú-tras, se sentaba al niño en el regazo del experimentador, de modo que veía cómo su padre, madre o cuidador jugaba a esconderse tras un biombo de madera. Las sesiones se grabaron en vídeo. Después se codificaron las expresiones faciales, las conductas vocales y la atención del pequeño. Los niños que vivían en instituciones mostraron de forma considerable menos emociones positivas, más emociones negativas y menos atención en comparación con el desarrollo característico de los niños rumanos que vivían con sus padres.

Mejorar es posible

No todo lo que descubrimos fue desolador. Tal y como se deduce de nuestros resultados, el destino de los niños no está escrito si solo permanecen institucionalizados de manera temporal. En casi cada ámbito que evaluamos, el desarrollo de los niños confiados al régimen de acogida mejoró si se comparaba con el de los que permanecieron en las instituciones. Es importante destacar que los niños fueron confiados a familias de acogida de calidad: los padres de acogida recibían una remuneración y una formación, se les animaba a mantener una relación amorosa y de dedicación con los niños que provenían de instituciones, recibían la visita de trabajadores sociales comprensivos y tenían acceso a grupos de apoyo.

La prueba de apego realizada a la edad de 42 meses es una buena medida para observar la mejoría. Repetimos el procedimiento de la situación extraña y codificamos los episodios usando un esquema de codificación propio de edad preescolar. Esta vez, el 49 por ciento de los niños confiados al régimen de acogida mostraron seguridad en el apego en comparación con el 18 por ciento de los niños del grupo institucionalizado. El 65 por ciento de los menores que vivían con sus padres biológicos mostraban una vinculación afectiva segura.

Los niños confiados al régimen de acogida habían reducido considerablemente el TRA en cuanto a los signos de retraimiento o inhibición a los 30 meses de edad; sus puntuaciones no diferían de las de la muestra de los niños de la comunidad en ninguna de las edades evaluadas. Sin embargo, la reducción en los signos de TRA en cuanto al comportamiento indiscriminadamente sociable o desinhibido fue menos drástica. Solo a los 42 meses de edad, los niños en régimen de acogida puntuaron más bajo que los del grupo institucional.

Cuando cumplieron los 54 meses, se reevaluó el desarrollo cognitivo de los niños mediante las escalas de inteligencia Wechsler para preescolar y primaria, un test más apropiado para esas edades. Los niños en régimen de acogida presentaron una mejoría notable en la función cognitiva en comparación con los niños del grupo institucionalizado: el promedio de CI de los niños en régimen de acogida era de 81, el de los institucionalizados de 73, y el del resto, de 109.

Asimismo, se volvieron a realizar las tareas Lab-TaB (las marionetas y el juego del escondite) a los 30 y a los 42 meses de edad. Los niños confiados al régimen de acogida mostraron emociones más positivas y prestaron más atención que los niños que permanecieron institucionalizados a los 30 y a los 42 meses.

Mejorías similares se observaron en el desarrollo del lenguaje y en la vulnerabilidad a los síntomas psiquiátricos. Los niños institucionalizados y aquellos confiados a régimen de acogida durante un período breve mostraron retrasos sustanciales en el lenguaje a los 30 y a los 42 meses. Algunos todavía no pronunciaban palabras inteligibles. Los niños que habían vivido en régimen de acogida durante al menos un año se igualaron en lenguaje expresivo y receptivo a los niños que vivían con sus padres biológicos, mas mostraron inferiores habilidades expresivas gramaticales. Los que estaban en régimen de acogida manifestaron menos trastornos emocionales, como ansiedad, que los niños del grupo institucionalizado.

Los síntomas psiquiátricos no pueden diagnosticarse de forma fiable en niños muy pequeños. Por tanto, esperamos a que tuvieran 54 meses para valorarlo. Para ello, utilizamos la evaluación psiquiátrica de edad preescolar, una entrevista psiquiátrica estructurada para padres y cuidadores. Dicho método de evaluación valora el funcionamiento de la escuela y la guardería, la estructura y el funcionamiento familiar, el comportamiento de los padres, además de un gran número de variables demográficas. Entre los niños que habían vivido en institucio-

La ciencia del desarrollo infantil en acción

Nadie sabe a ciencia cierta cuántos niños en todo el mundo viven en orfanatos. Save the Children del Reino Unido estimó que en 2003 al menos 8 millones se encontraban en dicha situación. Cuanto más se conocen los estímulos que necesitan los niños para su desarrollo normal, mayor resulta la preocupación sobre las carencias que sufren en algunas instituciones. La alarma ha promovido intervenciones creativas de organizaciones benéficas y gobiernos. A continuación, algunos ejemplos.

Sudán

Hope and Homes for Children, una organización benéfica activa en muchos países, crea medidas alternativas al cuidado institucional para bebés abandonados en las calles de Jartum, la capital del país. Antes, estos bebés, con frecuencia enfermos y gravemente deshidratados, se enviaban al orfanato de Maygoma, centro que cuenta con una alta tasa de mortalidad. La organización ayuda a establecer y desarrollar un régimen de acogida y adopción compatible con la cultura y las costumbres musulmanas locales. Hasta hoy, se ha encontrado familia para más de 2500 niños. Esta labor ha influido en la reforma de los servicios para niños abandonados y vulnerables en el Estado de Jartum, además de utilizarse como modelo de cambio en otros lugares del país.

CORTESÍA DE HOPE AND HOMES FOR CHILDREN

MARA COHEN. POR CORTESÍA DE WORLDWIDE ORPHANS FOUNDATION

Bulgaria

Worldwide Orphans Foundation, organización que actúa en múltiples países, relaciona a niños en riesgo y con retrasos en el desarrollo procedentes de nueve orfanatos con mujeres jubiladas de la comunidad y que tienen formación en asistencia sanitaria, cuidado infantil o educación primaria. Estas «abuelitas» trabajan siempre con uno o dos niños —por lo general, durante cinco horas, cinco días a la semana— para proporcionarles estimulación y educación individualizada. Se reúnen con psicólogos con el fin de discutir las necesidades de cada niño; también reciben consejos sobre cómo guiar al niño al siguiente nivel de desarrollo. Estas mujeres jubiladas reciben un pequeño estipendio. A cambio, deben mantener un diario documentando las actividades, el crecimiento y los logros de los niños.

China

La organización sin ánimo de lucro Fuling Kids International recauda dinero y envía voluntarios para proporcionar cuidado personalizado a los niños del Instituto de Asistencia Social de Fuling, en Chongqing, un orfanato al sudoeste de China. El objetivo principal es buscar una familia de acogida de calidad a cada niño hasta que sea adoptado. Cuando esto no es posible, interviene el First Hugs Infant Nurture Program («Programa de Primeros Abrazos en la Crianza Infantil»). Durante ocho horas diarias, unas mujeres que ejercen de «tías» ofrecen cuidados maternales a bebés en una habitación diseñada para ello, donde se anima a los niños a jugar y a desarrollar múltiples habilidades. En los últimos años, a medida que el nivel de vida en China ha ido en aumento y que las niñas empiezan a estar mejor valoradas, han descendido los ingresos de niñas sanas en el orfanato Fuling. El porcentaje más alto de menores que viven ahora en el centro corresponde a niños con discapacidad o con necesidades especiales.

CORTESÍA DE FULING KIDS INTERNATIONAL

nes, el 55 por ciento manifestaron trastornos psiquiátricos diagnosticables a los 54 meses. En contraste, solo el 22 por ciento de los de la comunidad reunía criterios suficientes para diagnosticar un trastorno.

En comparación con el grupo de la comunidad, los niños institucionalizados y de acogida mostraron niveles más altos de trastornos emocionales, incluidos el trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH), los trastornos de oposición desafiante (TOD) y el trastorno de conducta (TC). Sin embargo, sacar a los niños de las instituciones no les inmunizó contra todos los problemas. Así, no existían pruebas de que la intervención redujera los trastornos de comportamiento como el TDAH, un rompecabezas que no podrá resolverse hasta que la ciencia no comprenda mejor qué mecanismos subyacen a este trastorno y cuándo aparecen. La necesidad es urgente, ya que el TDAH altera la capacidad de aprender a lo largo de la vida y puede aumentar el riesgo de volverse impulsivo, lo que podría reducir la capacidad para tomar decisiones. La bibliografía sobre psicopatología del desarrollo sugiere que los trastornos externalizados, los del comportamiento, empiezan en los niños antes que los trastornos internalizados, como la depresión y muchos trastornos de ansiedad. Se cree que los niños varones tienen mayor riesgo de padecerlos.

Intervención a tiempo

Como hemos explicado en *Science*, las mejoras en el rendimiento cognitivo que observamos en los niños en régimen de acogida a los 42 y a los 54 meses de edad fueron más significativas si habían sido acogidos antes de cumplir los 24 meses. Las puntuaciones en IDM y en CI de estos superaron los resultados de los niños acogidos después de los 24 meses de edad.

Por otro lado, se observaron períodos sensibles similares en lenguaje, apego y comportamiento indiscriminado. Así, en cuanto al lenguaje, los niños confiados al régimen de acogida antes de cumplir 15 meses mostraron una capacidad lingüística superior a los 30 y a los 42 meses que aquellos acogidos después de cumplir los 15 meses. Los niños confiados a régimen de acogida antes de cumplir 24 meses demostraron apego más seguro a los 42 meses que los niños acogidos después de los 24 meses de edad. Cuanto antes eran confiados los niños a régimen de acogida, menos probable era que mostraran vínculos afectivos desorganizados. Aunque el límite de edad varía según el ámbito, nuestros resultados apoyan en firme la intervención a edades tempranas.

Esta investigación ha tenido gran impacto en Rumanía. Tras conocer nuestros hallazgos preliminares, el Gobierno aprobó una ley que prohibía la institucionalización de niños menores de dos años, a excepción de aquellos con discapacidad grave. En la actualidad, solo 30.000 niños continúan en instituciones. Los descubrimientos del BEIP también tienen consecuencias para los niños huérfanos o abandonados de todo el mundo, ya que la solución más común es ingresarlos en instituciones.

Nuestro estudio cuestiona esta práctica, sobre todo en aquellos países en los que existe la alternativa del régimen de acogida. También apoya con energía la importancia de sacar a los niños de las instituciones tan pronto como sea posible para confiarlos, a poder ser, a familias preparadas para educarlos. Observamos asimismo consecuencias para niños pequeños con riesgo de negligencia o abuso que viven con sus familias, en EE.UU. y en todo el mundo. El progreso de los niños rumanos confiados a un régimen de acogida demuestra que el hecho de haber sufrido experiencias adversas a una edad temprana no implica que vayan a sufrir secuelas de por vida. No obstante, si los niños pequeños se mantienen en hogares donde sufren negligencia y abusos durante demasiado tiempo, el riesgo de daño a largo plazo puede ser demasiado grande. La acogida temporal, mientras los padres intentan poner remedio a la situación, puede que sea el mejor camino. Con el tiempo, a medida que reevaluemos a los niños rumanos según se vayan haciendo mayores, iremos aprendiendo más sobre qué necesita, y cuándo, un cerebro en desarrollo. ★

Artículo publicado en *Mente y Cerebro* n.º 46

© *American Scientist Magazine*

PARA SABER MÁS

A neurobiological perspective on early human deprivation. C. A. Nelson en *Child Development Perspectives*, vol. 1, págs. 13-18, 2007.

Cognitive recovery in socially deprived young children: The Bucarest Early Intervention Project. C. A. Nelson et al. en *Science*, vol. 318, págs. 1937-1940, 2007.

Effects of early intervention on EEG power and coherence in previously institutionalized children in Romania. P. J. Marshall et al. en *Development and Psychopathology*, vol. 20, págs. 861-880, 2008.

Institutional rearing and psychiatric disorders in Romanian preschool children. C. H. Zeanah et al. en *American Journal of Psychiatry*, vol. 166, n.º 7, págs. 777-785, 2009.

Placement in foster care enhances quality of attachment among young institutionalized children. A. T. Smyke et al. en *Child Development.* vol. 81, págs. 212-223, 2010.

En los bebés prematuros se debe evitar la sobreestimulación. Con este objetivo se les cubre los ojos mientras se encuentran en la incubadora.

ISTOCK / IÑAKI ANTOÑANA PLAZA

NIÑOS PREMATUROS Cada vez sobreviven más bebés nacidos antes de que termine su período de gestación. No obstante, apenas se conocen los efectos que esta circunstancia tiene en el desarrollo mental posterior del bebé

Secuelas del nacimiento prematuro

ALISON ABBOTT

Fabienne sigue sin saber por qué su parto se anticipó tres meses. En junio de 2007, en una tarde tranquila, empezó a sufrir contracciones cada vez más intensas y frecuentes. Tuvieron que trasladarla a toda prisa al hospital más próximo, en una zona rural cercana a Lausana, en Suiza. Su hijo Hugo nació a las 26 semanas de gestación (un embarazo normal dura unas 40 semanas). Pesaba 950 gramos. De inmediato trasladaron al neonato a la zona de cuidados intensivos. Tres días después, los médicos informaron a los padres de que, según las ecografías, el niño había sufrido una grave hemorragia cerebral a causa de la fragilidad de sus vasos sanguíneos todavía inmaduros. «Rompí a llorar», recuerda Fabienne.

El pronóstico del niño era grave: corría un riesgo elevado de sufrir una parálisis cerebral, afección neurológica que puede provocar discapacidades graves para siempre. El matrimonio estuvo de acuerdo en evitarle ese futuro a su hijo. «No dudamos en explicar a los médicos que no deseábamos someter al niño a intervenciones agresivas para que viviera. Sus rostros expresaron alivio», recuerda Fabienne. Para ella, esa noche fue la más angustiosa de su vida.

Al día siguiente, antes de cambiar el tratamiento de Hugo, los médicos propusieron al matrimonio una nueva opción para confirmar el diagnóstico: efectuarían un escáner cerebral por resonancia magnética (RM) al bebé. Esta técnica, adaptada en fecha reciente para neonatos prematuros, permitiría pronosticar el riesgo de parálisis cerebral con mayor exactitud que con ecografías, método que produce un elevado índice de falsos positivos. Las neuroimágenes por RM del cerebro de Hugo mostraron que las lesiones provocadas por la hemorragia cerebral eran más reducidas de lo que creían, por lo que el riesgo de que sufriera una parálisis cerebral se antojaba relativamente bajo. Veinticuatro horas después de haber decidido poner fin a la vida del niño, los padres de Hugo tomaron la decisión contraria: debían tratar de salvarle.

Gracias a los progresos que la medicina ha experimentado en los últimos 40 años, están aumentando las probabilidades de que los neonatos prematuros (nacidos antes de las 37 semanas de gestación) sobrevivan. Incluso en algunos hospitales se intenta salvar a bebés con tan solo 22 semanas de gestación. Con todo, estos avances imponen a los padres y los médicos difíciles decisiones, puesto que las probabilidades de que el niño sufra discapacidades graves crónicas aumentan con el grado de prematuridad. La parálisis cerebral afecta al 9 por ciento de los bebés nacidos antes de las 32 semanas, porcentaje que asciende al 18 por ciento en los que nacen a las 26 semanas. En comparación, la cifra de niños con parálisis cerebral tras el período de gestación normal comprende entre el 1 y el 2 por ciento.

Los neurocientíficos están logrando neuroimágenes cada vez más detalladas y completas del cerebro de los niños prematuros, herramienta que ayudará a informar sobre las decisiones y los tratamientos médicos. Por otra parte, ciertos estudios longitudinales demuestran que los neonatos nacidos antes de tiempo corren un riesgo mayor del que se creía hasta ahora de sufrir trastornos cognitivos o de conducta. Según algunos estudios, estos problemas podrían afectar a la mitad de estos niños. Asimismo, los investigadores están empezando a plantearse el porqué de estos casos, cómo prevenirlos y qué ayudas se pueden ofrecer a estos niños. «Es necesario recopilar mucha más información para averiguar las estrategias óptimas de respuesta», señala Petra Hüppi, pediatra especialista en neonatología en la Universidad de Ginebra.

Nacimiento temprano

La prematuridad o parto pretérmino es sumamente común. Según estadísticas de la Organización Mundial de la Salud del año 2012, cada año alrededor de uno de cada diez bebés nace antes de tiempo, es decir, unos 15 millones en todo el mundo. La gran mayoría de estos partos suceden entre las 32 y las 37 semanas de gestación. Pero 1,6 millones de prematuros vienen al mundo entre las 28 y las 32 semanas de embarazo; además, 780.000 son «prematuros extremos», es decir, nacen antes de las 28 semanas de embarazo.

En los países subdesarrollados, más del 90 por ciento de los prematuros extremos mueren al poco tiempo, fenómeno que contribuye a explicar por qué la prematuridad es la segunda la causa de muerte en niños de hasta cinco años, solo superada por la neumonía. En los países más ricos, donde se cuenta con instalaciones de cuidados intensivos neonatales adecuadas, sobrevive más del 90 por ciento de los niños de parto pretérmino extremo. Los médicos están logrando que bebés nacidos incluso antes logren sobrevivir. No obstante, la propuesta que se rebaje de 24 a 23 semanas el tiempo de gestación considerado como viable para la supervivencia del neonato es objeto de debate entre los médicos de Estados Unidos. En Japón, en cambio, desde 1991 se considera que los bebés nacidos a las 22 semanas tienen posibilidades de vivir.

Los padres de niños prematuros se enfrentan a esperas agonizantes mientras su hijo lucha por la vida. Los de Hugo soportaron semanas de angustia mientras sometían a su hijo a una serie de operaciones para reparar órganos dañados y establecer conexiones esenciales entre grandes vasos sanguíneos, las cuales no tuvieron tiempo de desarrollarse antes del nacimiento. Ahora bien, ¿qué ocurre una vez se ha superado el peligro inminente? Solo unos pocos estudios han averiguado el desarrollo de los bebés prematuros a largo plazo, pues un seguimiento de muchos años, con pruebas rigurosas de cognición y conducta, resulta laborioso y caro.

Uno de los primeros trabajos en exponer el abanico de problemas que presentan los niños prematuros en su desarrollo posterior es el denominado EPIPAGE (por sus siglas en francés de *Etude epidémiologique sur les petits ages gestationnels*). En este estudio se examinó a los bebés que, tras una gestación de entre 22 y 32 semanas,

En síntesis: Riesgos a largo plazo

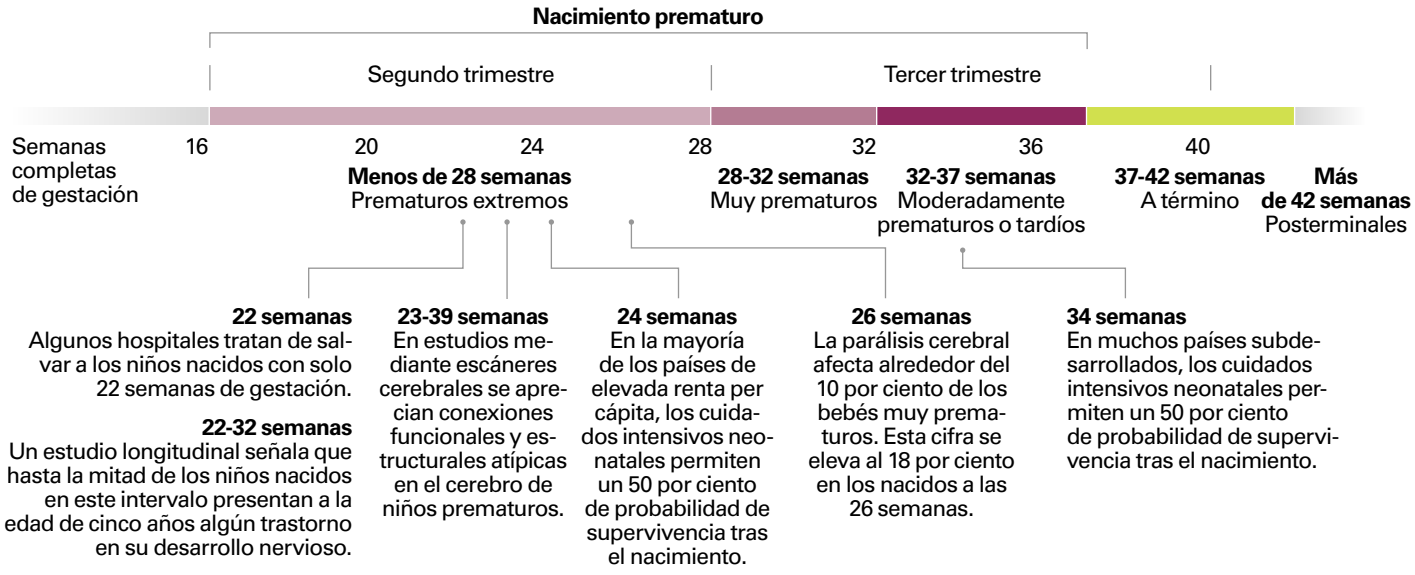
1 Cada vez más, los médicos logran salvar la vida de neonatos prematuros extremos. No obstante, la investigación sobre las posibles secuelas resulta todavía escasa.

2 Se ha observado que los bebés prematuros presentan alteraciones neurológicas. De adultos, algunos de ellos manifiestan ciertos déficits cognitivos, como problemas para mantener la atención.

3 Mediante técnicas de neuroimagen se puede predecir el riesgo de futuros problemas neurológicos. Se está investigando para encontrar un tratamiento capaz de favorecer el desarrollo mental de estos niños.

Nacer antes de hora

Alrededor del 11 por ciento de los nacidos vivos en todo el mundo son prematuros: su gestación concluye antes de 37 semanas. El nacimiento temprano es la segunda causa de mortalidad en los niños menores de cinco años y los riesgos médicos aumentan con la prematuridad. Los neurocientíficos consideran que algunas alteraciones en el desarrollo del cerebro del neonato prematuro pueden perdurar hasta la edad adulta.



GEHIRN UND GEIST, SEGÚN H. BLENCOWE ET AL. EN *LANCET*, VOL. 379, PÁGS. 2162-2172, 2012

nacieron en nueve regiones francesas a lo largo de 1997. Como grupo de control se incluyó a 664 neonatos fruto de una gestación normal. En torno a la mitad de los niños prematuros que sobrevivieron hasta los cinco años de edad presentaban alguna alteración en su desarrollo neurológico. También se observó que por cada semana más de prematuridad aumentaban las limitaciones cognitivas del niño. A través de unas pruebas de habilidad cognitiva, el equipo constató mermas en el 44 por ciento de los nacidos entre las semanas 24 y 25, y en un 26 por ciento de los nacidos a las 32. Solo un 12 por ciento de los niños de control presentaban esos déficits.

«Nos chocó ver cuántos niños presentaban problemas», explica Hüppi. Aunque los que han nacido tras un período de gestación moderadamente corto corren menos riesgos de salud en comparación con los bebés prematuros extremos, el número de casos de los primeros es mayor, según destaca.

Los efectos parecen continuar cuando los niños se hacen adultos. Hace unos 30 años, Dieter Wolke, experto en psicología del desarrollo, dirigió un inusitado estudio sobre centenares de niños nacidos en Baviera entre las 26 y las 31 semanas de gestación. Wolke los evaluó a la edad de seis años y una vez cumplidos los 26. En 2014, el investigador informaba de que la mayor parte de quienes habían sufrido problemas cognitivos en la infancia seguían manifestándolos de adultos: una cuarta parte presentaba déficits cognitivos entre moderados y graves y la mitad, deficiencias cognitivas leves. La mayoría de los sujetos que presentaban dificultades solo eran capaces de mantener la atención durante períodos breves. Wolke, que en la actualidad se encuentra en la Universidad de Warwick, observó, además, diferencias en el estilo de vida de los sujetos. «Son menos propensos a correr riesgos; a fumar, a beber o a las relaciones sexuales tempranas», explica.

Los científicos siguen tratando de conocer y comprender qué cambios físicos cerebrales subyacen a todas estas diferencias. El cerebro está formado por materia gris, la cual consta principalmente de somas neuronales, y por materia blanca, que contiene sobre todo los axones de las neuronas que llegan a puntos distantes y conectan las diferentes regiones cerebrales. Durante el desarrollo fetal, estos axones van siendo recubiertos por una funda pro-

LA AUTORA

Alison Abbott es corresponsal senior de la revista *Nature* en Europa.

tectora de mielina, de acuerdo con una secuencia precisa que comienza en el útero materno y prosigue durante unos diez años tras el parto.

En el cerebro prematuro, las arterias, inmaduras y frágiles, luchan para aportar a los tejidos el oxígeno necesario para su desarrollo normal. Cuando alguno de estos vasos se rompe, áreas cruciales de materia blanca se dañan, lo que puede llevar a una parálisis cerebral. Aunque sobre otros problemas cerebrales más sutiles se sabe todavía muy poco, los estudios con cohortes de niños prematuros están aportando luz sobre el tema.

Investigación complicada

Los científicos sospechan que cuando el cerebro se ve forzado a realizar una parte crucial de su desarrollo mientras el niño se halla en el mundo exterior en lugar de permanecer unas semanas más en el útero cálido y acuoso de la madre, recibe del ambiente señales inadecuadas, las cuales afectan al modo en que sus neuronas se organizan en redes. «El cerebro prematuro se ve sometido a señales sensoriales distintas, como los estímulos visuales o los efectos de la gravedad, que no debería experimentar todavía», explica Ghislaine Dehaene-Lambertz, de la Unidad de Neuroimagen Cognitiva del INSERM-CEA, en París. «Estos estímulos pueden ser intensos y repentinos, pero también impredecibles.» Algunas de estas señales sensoriales no naturales surgen inevitablemente de los procedimientos médicos intensivos que mantienen con vida al neonato.

Estudios llevados a cabo con escáneres cerebrales respaldan la idea de que las alteraciones en las redes neuronales son responsables de los problemas cognitivos. Hüppi examinó a 52 niños de seis años nacidos prematuramente mediante técnicas de resonancia magnética optimizadas para revelar tractos de neuronas que conectan regiones cerebrales. En la comparación con niños nacidos a término se apreció que los tractos neuronales de los nacidos antes de tiempo se hallaban organizados de manera menos eficiente. A menudo seguían rutas más sinuosas. Estos cambios organizativos se hallaban en correlación con mermas en las destrezas sociales y cognitivas.

En otro estudio, el neonatólogo Jeffrey Neil y su equipo se valieron imágenes por resonancia magnética funcional (RMf) para estudiar cerebros prematuros durante el estado de reposo. La actividad baja del cerebro en descanso proporciona indicios de las conexiones operativas, cuya topología general se determina antes del nacimiento. El equipo de Neil demostró que en los bebés nacidos entre las 23 y las 29 semanas de gestación, esta «conectividad en reposo» tendía, en promedio, a ser menos compleja y activa que en los nacidos a término completo. Otro estudio sobre los jóvenes bávaros de 26 años ya mencionados mostraba que esta reducción en la complejidad de la conectividad en estado de reposo se prolongaba hasta la edad adulta.

Los investigadores coinciden en que los estudios más reveladores serían los que examinaran y compararan el cerebro de prematuros y de bebés nacidos a término lo antes posible tras el parto y mediante escáneres de seguimiento y de evaluaciones a lo largo de la vida. No obstante, este tipo de investigaciones resulta difícil de llevar a cabo. A menudo no resulta fácil mantener el contacto con las familias (pueden mudarse de residencia, perder interés o contacto con el tiempo); además, los padres rara vez se prestan a que su recién nacido pase por un equipo de resonancia magnética sin una razón médica imperiosa. (En algunos países, como en Holanda, es ilegal). Por otra parte, no todos los obstetras ven con buenos ojos que los delicados cerebros de los prematuros sean sometidos a escáneres cerebrales en momentos de gran tensión emotiva y clínica. Fabienne se prestó a que se escanease el cerebro de su hijo, pero recuerda cuán penoso y largo fue el trayecto que les llevaba desde la consulta de pediatría hasta la sala del escáner del hospital. «Me sentía medio aturdida. Caminaba ofuscada junto a Hugo, que estaba metido en la incubadora, por un largo túnel subterráneo hasta llegar allí», recuerda. «Ese trayecto hacía pensar en el túnel que, según cuentan, se ve al morir.»

Un reducido grupo de científicos y clínicos se esfuerza en avanzar. En diversas partes del mundo se hallan en curso estudios a largo plazo que recopilan datos neurológicos, cognitivos, conductuales y genéticos desde el parto e incluyen escáneres cerebrales. En Francia está en marcha EPIPAGE 2, que ha reclutado más de 4200 bebés prematuros de todo el país. En el Reino Unido, un equipo dirigido por el neonatólogo David Edwards, del King's College de Londres, ha emprendido un trabajo de seguimiento de niños desde que están en el útero de sus respectivas madres hasta que cumplen dos años de edad, recopilando durante ese período escáneres cerebrales y muestras de sangre de cada individuo. Algunos de estos niños nacerán prematuramente. El plan del científico consiste en identificar marcadores moleculares que contribuyan a pronosticar la vulnerabilidad de sufrir alteraciones en el neurodesarrollo.

Los estudios preliminares de Edwards sobre niños prematuros sugieren que ciertos genes (entre ellos, algunos asociados con el metabolismo de lípidos, proceso crucial en el desarrollo de la materia blanca) pueden

Ciertos genes pueden influir en el riesgo de que el niño prematuro sufra alteraciones en su desarrollo cerebral

La resonancia magnética funcional permite detectar si existen daños en la materia gris del recién nacido

influir en el riesgo de padecer problemas en el desarrollo cerebral. Y explica: «Ciertos bebés podrían ser menos vulnerables si tuvieran un determinado perfil genético».

Protección del cerebro

Los científicos están tratando aún de identificar las diferencias moleculares, celulares y neurorreticulares propias del cerebro prematuro, por lo que la posibilidad de hallar tratamientos no pasa de ser, de momento, una esperanza. Aun así, Hüppi se esfuerza en lograr descubrirlos. Por ahora se ha centrado en la eritropoyetina, un fármaco que estimula la producción de hematíes. Este compuesto se utiliza como tratamiento habitual para facilitar la oxigenación de los órganos internos (también es uno de los favoritos para el dopaje deportivo). Asimismo, se piensa que sirve de protector y sostén de las neuronas.

Informes anecdóticos han sugerido que la eritropoyetina contribuye al desarrollo neuronal de larga duración, por lo que Hüppi y su equipo han decidido valorar esta posibilidad. Para su estudio a largo plazo escanean el cerebro de casi 500 bebés muy prematuros nacidos en Suiza y con una edad equivalente a la de niños nacidos a término. Los primeros resultados, publicados en 2014, sugieren que los bebés tratados con dicho compuesto presentan menores signos de alteraciones neurológicas que los de un grupo de control. Pero la confirmación, según Hüppi, llegará cuando se valore a los sujetos a la edad de dos años, es decir, cuando presenten un desarrollo nervioso más completo.

¿En qué situación se encuentran los padres, que tienen que decidir sobre los tratamientos de sus hijos pero disponen solo de una escasa información sobre el pronóstico a largo plazo? En ciertos casos, como el de Fabienne, los exámenes mediante RM permiten detectar si existen daños en las materias gris y blanca y facilitan una predicción del riesgo de lesiones graves más acertada de lo que venía siendo posible. Hüppi explica que la tecnología permite que los médicos asesoren mejor a los padres. «Pero la responsabilidad, si nos equivocamos, es terrible», añade. Y la tecnología no sirve de gran ayuda para detectar niños que sufrirán problemas menos graves en su desarrollo, ni tampoco para pronosticar en qué podrían consistir.

Edwards, además de otros investigadores, opina que las imágenes que puedan obtenerse del cerebro jamás permitirán, por sí solas, proporcionar ese tipo de información. Sin embargo afirma que, mediante una combinación de escáneres y otros datos clínicos y moleculares, sí se podrá alcanzar una precisión mayor. Si así fuese, se abriría un nuevo debate sobre la forma óptima de paliar los futuros problemas de los niños prematuros por medio de refuerzos educativos y sociales específicos: un tema que los neurocientíficos y los psicopedagogos apenas están empezando a tratar.

Fabienne, como tantas otras madres y padres de niños prematuros, quisiera disponer de esa información. Hugo, que tiene ahora siete años, ocupa casi todo su tiempo. El niño presenta dificultades de motricidad fina y sufre ciertos problemas visuales. También requiere ayuda extraescolar. La madre se ha implicado de pleno en programas de formación pedagógica, que confía que resulten útiles, aunque no pueda saberlo de cierto. Hugo es para ella pura alegría. Fabianne agradece los escáneres por resonancia magnética tan decisivos para salvar a su hijo. «La neurociencia indicó que Hugo podría tener una calidad de vida razonable», afirma.

Esta mujer se mantiene atenta a la nueva ola de interés científico por el cerebro de los bebés prematuros. «La neurociencia está logrando mucha y muy buena información. Confío en que los descubrimientos se traduzcan pronto en acciones concretas e indicaciones útiles para los padres». ★

Artículo publicado en *Mente y Cerebro* n.º 77

Artículo original publicado en Nature, *vol. 518, págs. 24-26, 2015*
Traducido con el permiso de Nature Research Group
© 2015
Con la colaboración de nature

PARA SABER MÁS

EPIPAGE 2: A preterm birth cohort in France in 2011. P. Y. Ancel et al. en *BMC Pediatrics*, vol. 14, pág. 97, 2014.

Neuro-cognitive performance of very preterm or very low birth weight adults at 26 years. S. Eryigit Madzwamuse et al. en *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 10.1111/jcpp.12358, 2014.

Structural brain connectivity in school-age preterm infants provides evidence for impaired networks relevant for higher order cognitive skills and social cognition. E. Fischi-Gómez et al. en *Cerebral Cortex*, 10.1093/cercor/bhu073, 2014.

Association between early administration of high-dose erythropoietin in preterm infants and brain MRI abnormality at term-equivalent age. R. H.-V. Leuchter et al. en *Journal of the American Medical Association*, vol. 312, págs. 817-824, 2014.

EN NUESTRO ARCHIVO

Cuidado del prematuro. Stefanie Reinberger en *MyC* n.º 34, 2009.

SÍNDROME ALCOHÓLICO FETAL Las mujeres embarazadas que consumen bebidas alcohólicas ponen en peligro a su hijo. Las consecuencias no se perciben en el bebé hasta un tiempo después de nacer, por lo que con frecuencia sus alteraciones físicas y psíquicas no se relacionan con la exposición prenatal al alcohol

La huella del alcohol en el feto

REINHOLD FELDMANN

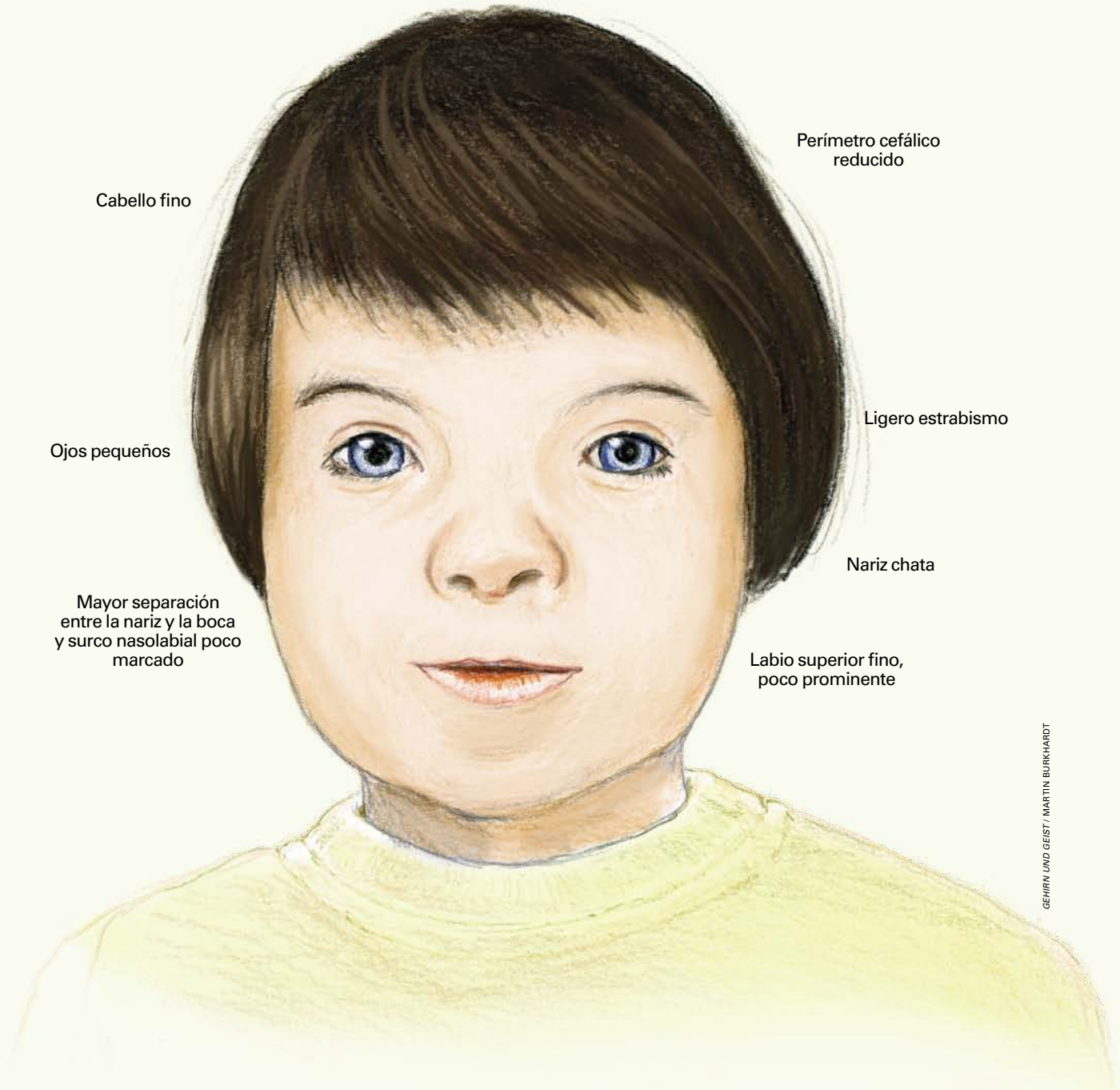
Leo* no puede permanecer quieto ni cinco minutos en el restaurante. De repente, agarra los cubiertos y se desplaza braceando como un salvaje por el establecimiento. Su madre le recrimina e intenta detenerlo, pero él hace caso omiso a la riña. El resto de los comensales se irritan: «¿Qué le pasa a ese niño?»; «No tiene vergüenza, ¡es un maleducado!», espeta una mujer mientras mueve la cabeza en señal de desaprobación.

Una vez más, el sentimiento de culpa se apodera de los padres. Leo, de cinco años, es hijo adoptivo. La pareja sabe que la vida del niño no fue fácil desde el principio: un par de días después de nacer lo separaron de su madre biológica para llevarlo a una institución. Medio año más tarde, llegó a su actual hogar. ¿Puede que estas experiencias traumáticas hayan influido en su comportamiento? ¿O los padres deberían ser más estrictos con él?

Numerosas personas que adoptan o acogen a un menor narran experiencias similares, y aunque buscan consejo, presumen la respuesta: es posible que los problemas surjan de la época previa al nacimiento del niño. Según nuestra experiencia en el Centro Ambulatorio de la Clínica de Día de Walstedde, de todos los niños que nacen anualmente en Alemania, alrededor de 6500 sufren las consecuencias del consumo de alcohol durante el embarazo. De estos, unos 2000, lo que equivale a alrededor de 3 de cada 1000 niños nacidos, presentan un síndrome alcohólico fetal (SAF). En Estados Unidos, Francia y España las cifras son similares.

El SAF se manifiesta sobre todo en el aspecto físico del niño, pues los afectados suelen presentar alteraciones faciales típicas y estatura baja. Sin embargo, estos casos inequívocos representan solo la punta del iceberg: el alcohol frena el crecimiento de todos los órganos de los nonatos. Ello afecta sobre todo al cerebro. Por ese moti-

* Nombres alterados por la redacción.



GEHIRN UND GEIST / MARTIN BURKHARDT

Escrito en el rostro

Durante el embarazo, el alcohol puede causar en el niño deformidades en todas las regiones del cuerpo, incluso en las manos y los pies. Sin embargo, las anomalías cefálicas son las más características del síndrome alcohólico fetal. Un signo físico que distingue a estos niños es la separación exagerada entre la nariz y la boca, con un surco nasolabial (subnasal) poco marcado. También el labio superior es más fino y recto y se encuentra retraído. Además, las narinas apuntan hacia adelante de forma llamativa. Sus ojos suelen ser pequeños y dan la impresión de encontrarse muy separados. Con frecuencia, las orejas aparecen más bajas de lo habitual; también pueden presentar una formación anómala.

Dichas características, junto con otros criterios, simplifican el reconocimiento del cuadro clínico. No obstante, estos rasgos físicos a menudo se atenúan con el paso del tiempo, de manera que los niños de más edad ya no cumplen los criterios diagnósticos.

En síntesis: Riesgo subestimado

1 El síndrome alcohólico fetal (SAF) afecta a numerosos niños a causa del consumo de alcohol de la madre durante el embarazo. No obstante, su diagnóstico es poco conocido.

2 Los niños con SAF presentan un aspecto físico característico. También manifiestan alteraciones emocionales, sociales y psicológicas.

3 Por lo general, son ingenuos, agitados y poco temerosos. También suelen requerir apoyo y asistencia especializada hasta la edad adulta.

vo, las alteraciones cerebrales asociadas al alcohol resultan más frecuentes que las secuelas externas visibles y pueden derivar más tarde en déficits cognitivos, sociales y emocionales.

Cuando los rasgos corporales resultan poco reconocibles, suele diagnosticarse un SAF parcial o de daños neurológicos del desarrollo tras una exposición prenatal al alcohol. En ese caso se precisa revisar el historial previo al nacimiento. A menudo esa empresa resulta difícil, incluso imposible. ¿Qué madre reconoce abiertamente que consumió alcohol durante el embarazo? Por otra parte, alrededor del 80 por ciento de los niños que se presentan en nuestro centro ambulatorio son adoptados o en acogida, por lo que muchas veces no es posible localizar a la madre biológica; de esta manera, solo podemos conjeturar sobre sus hábitos de consumo de alcohol.

Los resultados de los estudios relativos a las consecuencias de la ingesta moderada de alcohol durante el embarazo resultan contradictorios. Por ese motivo, muchas personas ponen en duda que suponga un riesgo serio. Con todo, se sabe que las mujeres alcohólicas no son las únicas que dan a luz niños con SAF. Los problemas de conducta asociados al síndrome se acumulan incluso en el caso de niños cuyas progenitoras aseguran que solo tomaron una copa a la semana durante el embarazo. En nuestras investigaciones de 2014 constatamos que el consumo moderado de bebidas alcohólicas también suponía un riesgo. Evaluamos los resultados de encuestas llevadas a cabo con más de 7000 niños de entre tres y diez años, así como con sus respectivos padres. Según hallamos, las anomalías aumentaban si la madre había bebido de manera moderada durante el embarazo; si, además, había fumado, el incremento era mayor.

Investigadores del SAF de todo el mundo coinciden en que las embarazadas deberían evitar el alcohol por completo, puesto que hasta ahora no se ha demostrado ninguna relación lineal entre la cantidad de alcohol ingerido y la gravedad de los síntomas. Tampoco existe un valor límite que asegure la desaparición de riesgo para el nonato.

La influencia de los genes

El impacto del alcohol resulta complejo, pues no solo depende del momento del embarazo en el que la madre bebe, es decir, de la fase del desarrollo en la que se encuentra el feto. Ya en los años noventa del siglo pasado, Ann Streissguth y Philippe Dehaene, del Colegio de Medicina de la Universidad de Washington y del Centro Hospitalario y Orfanato para Recién Nacidos Boucicaut, respectivamente, sugirieron que existe un componente genético. En su estudio, llevado a cabo con gemelos de Estados Unidos, observaron que los hermanos monocigóticos expuestos a alcohol presentaban síntomas similares tras el nacimiento, mientras que los gemelos dicigóticos mostraban sintomatologías distintas, incluso a veces uno de los mellizos estaba sano mientras que el otro padecía el síndrome. También cabe la posibilidad de que, de dos mujeres que han abusado del alcohol durante el embarazo, solo una dé a luz un niño con SAF.

Pero el problema no es nuevo. Hace más de 150 años que se habla de las consecuencias que comporta el consumo de bebidas alcohólicas durante la gestación. En 1865, el caricaturista y pintor realista Wilhelm Busch (1832-1908) describió por primera a un niño afectado por el alcohol en sus caricaturas de los hermanos *Max y Moritz*. El dibujante describía de forma precisa y aguda la realidad de su época. En el siglo XIX, debido a la supresión de los límites para las cofradías y las tabernas, el consumo de bebidas de alta graduación aumentó considerablemente en Alemania. El orujo de patata, barato y popular, desembocó en una auténtica «peste del aguardiente». Busch se debió topar con numerosos niños afectados por el consumo de alcohol de sus madres, por lo que los utilizó en sus obras. Las facciones de Moritz, uno de sus personajes, reflejan numerosas características físicas de un niño con SAF: no tiene surco entre la nariz y la boca y estas se encuentran a gran distancia una de otra. También ilustró con acierto algunos rasgos típicos de la conducta en estos niños: Max, el hermano sano, era hábil y astuto y el que planeaba las travesuras; Moritz, en cambio, era ingenuo y no muy listo; tampoco sabía calibrar las consecuencias de sus fechorías.

Si bien las caricaturas de Busch alcanzaron gran popularidad, un primer estudio sobre la sintomatología llevado a cabo en 1957 por la estudiante de medicina Jacqueline Rouquette a partir de una muestra de 100 casos pasó inadvertido. Tuvo que transcurrir una década

hasta que se retomó el tema desde la perspectiva científica. Paul Lemoine, pediatra francés, publicó una investigación sobre los síntomas de 127 niños de madres alcohólicas. Los describió con tal precisión que sus criterios sobre esta enfermedad constituyen aún hoy las bases del patrón diagnóstico. Años más tarde, en 1973, los estadounidenses Ken Jones y David Smith, por entonces en la Escuela de Medicina de la Universidad de Washington, publicaron unos resultados idénticos. Aunque su estudio se basaba solo en ocho casos, fueron los que dieron nombre al síndrome; asimismo, su trabajo logró despertar el interés científico internacional y activar la investigación en torno al SAF.

Con frecuencia, la gravedad de este síndrome solo puede determinarse durante los tres primeros años de vida del bebé. Muchas características físicas se atenúan con el paso del tiempo. No obstante, el diagnóstico se concentra en los rasgos externos, las anomalías en la estructura cerebral y los datos sobre el consumo de alcohol de la madre durante el embarazo. En 2015 comprobamos en 30 niños de dos años de edad afectados de SAF que la mitad se desarrollaba con un retraso motor y cognitivo. Ello resultó todavía más notorio en los casos, por lo general más infrecuentes, de niños con SAF nacidos a término en comparación con los bebés prematuros que presentaban el síndrome. Estos últimos cuentan con la «ventaja» de haber estado expuestos al alcohol durante menos tiempo.

Percepción alterada

El diagnóstico del SAF debería contemplar desde un principio las anomalías neuropsicológicas. Ya en la primera infancia, estos niños reconocen con dificultad las formas y las figuras, calculan la altura peor que sus coetáneos y a menudo no advierten los obstáculos (con frecuencia tropiezan o se golpean con el borde de la mesa).

EN BREVE

El síndrome alcohólico fetal (SAF) describe a los niños que presentan alteraciones físicas y psíquicas como consecuencia del alcohol ingerido por su madre durante el embarazo. Los más pequeños presentan rasgos faciales externos característicos. El rostro de la niña de tres años de la imagen muestra algunos de estos rasgos: un puente nasal deprimido y una mandíbula muy pequeña (retrognatismo). Además de estas alteraciones, otros criterios diagnósticos son el retraso en el crecimiento del cerebro y las alteraciones cerebrales. En los casos de SAF parcial, los afectados presentan dos de estas tres condiciones. El aspecto de muchos de ellos es normal, pero manifiestan alteraciones cognitivas, sociales y emocionales.

CORTESÍA DE REINHOLD FELDMANN

EL AUTOR

Reinhold Feldmann es doctor en psicología y psicoterapia psicológica. Trabaja como investigador en el Hospital Universitario de Münster y dirige el centro ambulatorio para el síndrome alcohólico fetal de la Clínica de Día de Walstedde, en Drensteinfurt.

Sin embargo, parece que sienten menos dolor de lo que es habitual.

De igual modo, su capacidad de sentir frío o calor se encuentra alterada; incluso durante la juventud no suelen percatarse de que su atuendo no se corresponde con las condiciones meteorológicas. Como son menos perceptivos, no filtran bien la información ni logran desechar los estímulos irrelevantes; en la guardería, enseguida se ven superados por el ruido y el barullo.

Los niños afectados por la ingesta de alcohol de sus madres experimentan más dificultades en el aprendizaje lingüístico que sus compañeros sanos: articulan peor, cometen más fallos sintácticos y su vocabulario se desarrolla con más lentitud. Con todo, la mayoría acaba hablando tarde o temprano de forma normal y, con frecuencia, profusamente.

También suelen poseer una capacidad de concentración limitada; pronto pierden la paciencia e interrumpen su actividad antes de hora. Esa falta de atención, junto con una memoria a corto plazo reducida, comporta a la mayoría de estos niños dificultades de aprendizaje durante la etapa escolar: rápidamente olvidan lo que acaban de aprender, por lo que les cuesta relacionar una tarea con la siguiente o volver a aplicar una solución que han aprendido a un nuevo problema. Muchos niños necesitan que les expliquen sus obligaciones diarias una y otra vez. «¡Te lo hemos dicho cien veces!», recriminan a veces los padres de Leo a su hijo sin querer.

Es en el pensamiento lógico y los problemas complejos donde estos niños muestran más dificultades. Nuestro equipo evaluó a 135 niños de entre 2 y 18 años con deterioros cognitivos a causa del SAF. Solo una cuarta parte de los probandos alcanzó unos valores de cociente de inteligencia similar a los considerados normales (CI ≥ 80); únicamente la mitad llegó a un CI de 75. Ese déficit medio de 25 puntos en el cociente de inteligencia también lo detectamos entre sujetos que no presentaban rasgos externos llamativos del síndrome y se les había diagnosticado SAF parcial. De hecho, este cuadro no debe interpretarse como una forma atenuada de la enfermedad: los estudios a largo plazo revelan que estos niños desarrollan capacidades cognitivas y emocionales igual de deficitarias que los sujetos con el cuadro clínico completo.

Poco miedosos

En una primera impresión puede parecer que estos niños presentan un trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH). La hiperactividad, es decir, el comportamiento descontrolado e inquieto, resulta ha-

¿Qué efectos tiene el alcohol en el nonato?

Debido a su bajo peso molecular y su gran liposolubilidad e hidrosolubilidad, el alcohol atraviesa sin ningún problema la barrera placentaria. De este modo, el embrión alcanza enseguida la misma concentración de alcohol en sangre que la madre. El hígado de esta degrada el alcohol con relativa rapidez, mas el hígado inmaduro del nonato no es capaz de ello. Por ese motivo, la toxina celular vuelve muy lentamente a la circulación sanguínea materna.

El alcohol dificulta el transporte de los aminoácidos (unidades estructurales de las proteínas) a la placenta. Ello reduce el anabolismo, por lo que los niños con síndrome alcohólico fetal (SAF) no crecen de manera adecuada, a pesar de contar con suficientes nutrientes. Al nacer, la mayoría de estos bebés pesan poco y su tamaño es reducido.

El alcohol y sus productos de degradación surten un efecto tóxico sobre todas las células somáticas y dificultan la división celular. Como las fases críticas del embarazo para el desarrollo de cada parte del cuerpo y cada órgano se diferencian en el tiempo, las posibles malformaciones dependen del momento en que actúa el alcohol, de manera que puede verse afectada cualquier región del cuerpo: además de la cara, el esqueleto, el corazón, las vías respiratorias, el hígado y el tubo digestivo.

Sin embargo, el órgano más susceptible a la influencia del alcohol es el cerebro, el cual experimenta un gran desarrollo durante todo el embarazo. Pueden darse diversas modificaciones: hidrocefalia, alteraciones del tronco encefálico y de los ganglios basales y revestimiento más fino de las prolongaciones nerviosas, entre otros efectos.

En la exposición al alcohol del feto se produce una menor cantidad de células nerviosas y se altera su transformación en distintos tipos de células. A través de experimentos con animales se ha observado que hasta el 30 por ciento de las células cerebrales en fase de crecimiento se destruyen debido a los efectos del alcohol. Esa «muerte masiva» podría constituir una de las causas del menor volumen cerebral que presentan los niños con SAF.

bitual en ellos. Leo siempre está moviéndose; salta, corre y alborota sin parar. «No sabe jugar tranquilo. Sencillamente, no lo logra», explican sus padres. La sensación natural de miedo suele faltar en estos niños, por lo que acostumbran a ser más temerarios y traviesos. Se ponen en peligro cuando cruzan la calle o trepan a un árbol; además, parece que no aprenden de las malas experiencias.

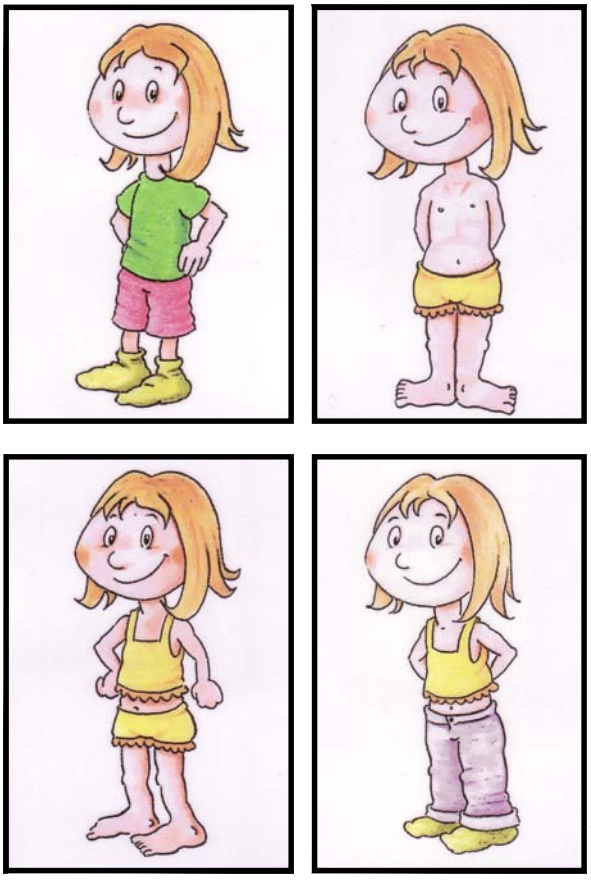
Constantemente intentan llamar la atención. En la guardería molestan a los demás compañeros; en la escuela alteran la clase y son el payaso del grupo. Sin embargo, los otros alumnos a menudo marginan a estos niños impulsivos e impacientes y los excluyen de sus juegos. De todos modos, pronto pierden las ganas de participar, sobre todo cuando las reglas del juego resultan demasiado complicadas. De mayores prefieren jugar con niños más pequeños que ellos, ya que en compañía de estos no se sienten inferiores. Sin embargo, los niños suelen acercarse a sus posibles compañeros de juego de forma despreocupada y buscan el contacto físico. A veces se agarran al otro para seguir mejor lo que sucede, sin percatarse de que esta aproximación no es bien recibida.

La mayoría de los niños afectados muestran un «sentido de la distancia» reducido: buscan de forma espontánea la cercanía, incluso la de adultos desconocidos, hasta llegar, por ejemplo, a sentarse en su regazo. Entre los niños entregados a una institución, este comportamiento se presupone: están acostumbrados a dirigirse a todas las personas posibles, a cualquiera que esté disponible. Pero, mientras que el acercamiento desinhibido y otras consecuencias de los traumas tempranos de los niños adoptados sin SAF disminuyen en el seno de una familia de acogida, estos síntomas suelen persistir en los que presentan el síndrome.

Durante la pubertad buscan el contacto con sus coetáneos, aunque estos los rechacen o se burlen de ellos. A pesar de todo, estos niños y jóvenes acaban haciéndose querer: la mayoría son alegres y extraordinariamente solícitos. Lo mismo sucede con Leo: resulta agotador y desespera con frecuencia a la monitora de la guardería, quien, a pesar de todo, lo considera «un buenazo».

A través del análisis de 125 biografías de personas adultas con SAF (desde su infancia hasta la adultez) constatamos que las consecuencias de ingesta de alcohol por parte de la madre embarazada quedan patentes en el hijo de por vida. Durante la etapa escolar muestran dificultades para avanzar en el aprendizaje, repiten curso, cambian de centro educativo o abandonan por completo la escolarización. Más de dos tercios de los niños con SAF que participaron en nuestro estudio asistían a escuelas de educación especial.

Los afectados también suelen ser crédulos en exceso. En la adolescencia se relacionan con otras personas con ingenuidad, lo que contribuye a que se aprovechen de ellos económica o sexualmente o se les implique en algún delito, puesto que se dejan seducir con facilidad para cometer acciones delictivas, como robos o daños materiales.



CORTESÍA DE REINHOLD FELDMANN

Estas tarjetas ayudan a los niños con síndrome alcohólico fetal a llevar a cabo las tareas de la vida cotidiana, como vestirse.

En una investigación con 60 jóvenes adultos observamos que, incluso después de la mayoría de edad, estos sujetos no logran llevar una vida independiente. Entre otros percances, corren el riesgo de endeudarse y arruinarse. El estudio reveló, además, que las mujeres afectadas de SAF manifestaban síntomas de depresión con más frecuencia que los varones y que una cuarta parte de los adultos no tenía ningún amigo. Descubrimos también que tres de cada cuatro de estos adultos habían sido víctimas de delitos, el más habitual de los cuales era el abuso sexual. Ello demuestra que los jóvenes adultos necesitan orientación, asistencia y protección de una persona de referencia en su día a día.

A pesar de que los datos resultan un tanto alarmantes, los padres no deberían resignarse. En 2012 confirmamos que el diagnóstico temprano (poco frecuente en la actualidad) previene las experiencias de abuso y facilita un mejor desarrollo social y emocional general de las personas con SAF. Por una parte, se evitan las exploraciones innecesarias y los tratamientos ineficaces a la vez que se

La mejor prevención: alcohol cero

El consumo de bebidas alcohólicas durante el embarazo, sea cual sea la cantidad, supone un riesgo para el feto

Óscar García Algar y Adriana Bastons Compta

Los recién nacidos de madres que consumieron alcohol durante el embarazo pueden presentar rasgos faciales, modificaciones en el neurodesarrollo, así como alteraciones cognitivas, conductuales y de crecimiento características del trastorno del espectro alcohólico fetal (TEAF). Dicha afección, cuya forma clínica más grave es el llamado síndrome alcohólico fetal, constituye el trastorno adquirido durante el desarrollo del neonato más frecuente, a pesar de su fácil prevención: evitar las bebidas alcohólicas.

En la actualidad, existen varias cuestiones sobre la exposición prenatal al alcohol todavía pendientes de resolver. Por un lado, se desconoce la tasa real de mujeres embarazadas que consumen alcohol, entre otras razones, porque se carece de herramientas fiables para averiguarlo. Sin embargo, según algunos estudios, la cifra podría ascender a un 30 por ciento, porcentaje que en ciertos países, entre ellos los de Europa del Este, Canadá, Australia y Sudáfrica, alcanzaría el 60 por ciento de embarazadas.

En muchos casos, el feto se halla expuesto a las malformaciones que puede causar el alcohol durante el período crítico de la organogénesis, es decir, en las semanas anteriores a que la mujer confirme su embarazo. Aunque la mayoría de las gestantes tienden a reducir el consumo de bebidas alcohólicas, esta reducción depende en gran medida de los hábitos de ingesta antes de la concepción. A ello se suma el hecho de que numerosas mujeres embarazadas no consideran que «beber un poco» suponga un riesgo para el feto, según se ha constatado.

Todo ello contribuye a que exista una elevada prevalencia del TEAF, sobre todo entre los niños adoptados de orfanatos de países de Europa del Este. En España se estima que entre un 40 y 80 por ciento de los niños adoptados procedentes de Europa del Este presentan TEAF. Incluso se ha sugerido que los trastornos psicológicos y problemas conductuales y del aprendizaje que se observan con frecuencia en estos niños podrían deberse a un TEAF no diagnosticado, además de a los efectos negativos que puede conllevar la estancia prolongada en un centro tutelado durante la infancia.

Otra controversia vigente aún hoy se encuentra relacionada con la ingesta moderada de bebidas alcohólicas. Existen estudios que sugieren que el consumo de cantidades moderadas o pequeñas de alcohol durante la gestación no causan un aumento de problemas sociales, motores o emocionales en el bebé. Sin embargo, no se tienen datos que demuestren la ausencia total de riesgo. Además, la cantidad de alcohol que llega al feto no depende solo del volumen ingerido por la madre, sino también de factores genéticos y epigenéticos y de su paso transplacentario. Ahora bien, ¿qué se conoce sobre el impacto del alcohol en el feto?

Aunque los estudios en humanos sobre el impacto de cantidades moderadas o bajas de alcohol en el feto no son concluyentes, los experimentos en células trofoblásticas y animales con TEAF (primates y roedores) han demostrado sus efectos negativos en diversas áreas del cerebro. Según se ha constatado, múltiples sistemas de neurotransmisores y neuromoduladores se modifican en el feto, con los consecuentes trastornos neuroconductuales para la cría.

Con el fin de evitar la proliferación de niños con TEAF, la mejor solución es divulgar medidas de prevención. En este sentido, cabe mencionar algunas recomendaciones:

1. Poner en marcha campañas de educación pública sobre los efectos potenciales de la exposición al alcohol prenatal entre moderada y baja, y formar a los profesionales sanitarios dedicados a la atención a mujeres embarazadas.

2. Incluir, en las explicaciones a las futuras madres, el consumo moderado y bajo del alcohol como una posible causa de trastornos neuroconductuales. De hecho, se ha comprobado que la entrevista motivacional llevada a cabo por profesionales sanitarios reduce la ingesta de bebidas alcohólicas en las mujeres en estado de gestación.

3. Hallar pruebas que permitan valorar de forma objetiva la exposición prenatal al alcohol.

4. Evaluar las capacidades cognitivas y el neurodesarrollo de los recién nacidos de madres que han consumido alcohol durante el embarazo, sea cual sea la cantidad, con el fin de favorecer un tratamiento precoz con terapias conductuales o farmacológicas.

En definitiva, el mensaje preventivo debe ser muy claro: todo consumo de alcohol supone un riesgo para el feto.

LOS AUTORES

Óscar García Algar y *Adriana Bastons Compta* son miembros del grupo de Investigación de la Infancia y Entorno (GRIE) del Instituto Hospital del Mar de Investigaciones Médicas (IMIM), en Barcelona.

favorece la búsqueda de la asistencia y el apoyo adecuados. Por otra, la escolarización en un centro de educación especial disminuye los problemas de aprendizaje del niño, lo que reduce su sensación de frustración. Además, los padres afirman que comprenden mejor a sus hijos y temen menos fracasar en su educación.

Caminos hacia una vida saludable

Aunque los daños derivados del síndrome alcohólico fetal no son «curables» en sentido estricto, existe la posibilidad de ayudar a los niños a lo largo de su recorrido vital. No existe un tratamiento a medida para el SAF, pero las estrategias terapéuticas pueden contribuir a tratar problemas concomitantes como son las agresiones, los trastornos del control de impulsos, la percepción, los problemas de lenguaje y los de motricidad. La intervención temprana, la fisioterapia, la logopedia, la terapia ocupacional y la equitación terapéutica resultan beneficiosas en estos casos. La terapia cognitivo-conductual también es una herramienta útil si sus contenidos se ajustan a la vida cotidiana del niño, de manera que puede entrenar el comportamiento deseado.

Los medicamentos pueden atenuar problemas de atención e hiperactividad. Muchos niños con SAF alborotan sin ser conscientes del riesgo que su conducta comporta para ellos mismos y para los demás. A causa de ese comportamiento sufren lesiones con frecuencia y la preocupación por el niño se convierte en una carga para la familia. Algunos padres temen que un fármaco como el metilfenidato (Ritalin) altere la personalidad de su hijo. Mi experiencia me ha demostrado lo contrario: el medicamento permite que muchos de estos niños alcancen por primera vez la personalidad que tendrían sin los déficits que les causa el síndrome.

En el Hospital Universitario de Münster hemos elaborado un «botiquín de primeros auxilios» para los padres de los niños con SAF. Contiene explicaciones cortas y fácilmente comprensibles sobre el comportamiento típico de los afectados, así como consejos prácticos para su manejo. Las estructuras y rituales fijos, por ejemplo, al levantarse, comer o meterse a la cama, son útiles en la rutina diaria. También resulta positivo crear una atmósfera tranquila y un entorno sin demasiados estímulos, es decir, con pocos juguetes y con las distintas zonas de las estancia debidamente diferenciadas. Utilizar sistemas de recompensa, como puede ser la acumulación de puntos o los emoticonos sonrientes a cambio del comportamiento deseado, no funcionan bien con los niños con SAF, a diferencia de lo que ocurre con los que presentan TDAH. Los primeros se olvidan a menudo de la recompensa prometida.

El niño debe recibir las instrucciones de manera progresiva: las diversas acciones se le indicarán de forma sencilla y precisa y una tras otra; solo cuando haya finalizado la primera se le explicará la segunda. Asimismo, en lugar de describirle cómo debe actuar, es mejor mostrarle la conducta deseada y ensayarla con él. Al empezar con una actividad novedosa, o incluso cuando se trata de alguna que ya conoce, se debe ayudar al niño. El uso de tarjetas en las que se ilustra la tarea esperada suelen ayudar. Leo se divierte imitando las actividades que ve en esas cartulinas. Y finaliza con éxito cada paso del proceso.

Es importante ayudar a los niños del mejor modo posible. Con todo, el ingreso en una institución o una familia de acogida, la asistencia a escuelas de educación especial, los tratamientos, las viviendas y los trabajos tutelados al comienzo de la edad adulta suponen un elevado coste económico. Si bien este factor no constituyen una de las consecuencias más relevantes del SAF, debería considerarse como un motivo más a tener en cuenta para no trivializar el consumo de alcohol durante el embarazo. ★

Artículo publicado en *Mente y Cerebro* n.º 79

PARA SABER MÁS

Fetales Alkoholsyndrom (FAS). R. Feldmann et al. en *Monatszeitschrift Kinderheilkunde*, vol. 155, págs. 853-865, 2007.

Alarming prevalence of fetal alcohol exposure in a Mediterranean city. O. García-Algar et al. en *Therapeutic Drug Monitoring*, vol. 30, págs. 249-254, 2008.

Young adults with fetal alcohol syndrome (FAS): Social, emotional and occupational development. I. Freunscht y R. Feldmann en *Klinische Pädiatrie*, vol. 23, págs. 33-37, 2011.

Children and adolescents with fetal alcohol syndrome (FAS): Better social and emotional integration after early diagnosis. K. Alex y R. Feldmann en *Klinische Pädiatrie*, vol. 224, págs. 66-71, 2012.

Assessment of prenatal exposure to ethanol by meconium analysis: Results of an Italian multicenter study. S. Pichini et al. en *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, vol. 36, págs. 417-424, 2012.

Does moderate drinking harm the fetal brain? Insights from animal models. C. F. Valenzuela et al. en *Trends in Neurosciences*, vol. 35, págs. 284-292, 2012.

Fetal alcohol spectrum disorders and fetal alcohol syndrome: The state of the art and new diagnostic tools. L. Memo et al. en *Early Human Development*, vol. 89, supl. 1, págs. S40-43, 2013.

Alcohol consumption among women. I. Zelner y G. Koren en *Journal of Population Therapeutics and Clinical Pharmacology*, vol. 20, págs. 201-206, 2013.

Impact of moderate prenatal alcohol exposure on problem behaviors in preschool and school children. M. Pfinder et al. en *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, vol. 46, págs. 89-100, 2014.

Mental and motor development of children with preterm birth and children with fetal alcohol syndrome. R. Feldmann y N. Girke en *Klinische Pädiatrie*, vol. 227, n.º 5, págs. 258-263, 2015.

SÍNDROME DEL NIÑO ZARANDEADO Desde su descripción hace más de cuarenta años, el síndrome del niño zarandeado ha podido ser motivo de sentencias judiciales erróneas: detrás de un caso de supuesto maltrato infantil puede esconderse un accidente trágico

¿Sacudida mortal?

JOSEPHINA MAIER

LA AUTORA

Josephina Maier es médica y periodista científica.

ISTOCK / BARNABY CHAMBERS

El intento de calmar a un niño que llora zarandeándolo puede llevarlo, en casos extremos, a la muerte.

En síntesis: ¿Accidente u homicidio?

1 Cuando se zarandea con brusquedad a un niño, su cerebro puede sufrir lesiones graves que en ocasiones llegan a provocar la muerte.

2 En los años setenta del siglo XX se identificaron tres síntomas específicos del síndrome del niño zarandeado: hematomas subdurales, hemorragias retinianas y daños en el tejido cerebral. Se consideró una forma penalizable de maltrato infantil.

3 Desde entonces se han registrado numerosos datos que apuntan a que estas lesiones pueden producirse también por caídas u otros accidentes. Ello sugiere la posibilidad de que se dicten sentencias equivocadas en los procesos penales.

En 2015, el neurocirujano pediátrico Norman Guthkelch, junto con otros 36 especialistas, publicó una carta cuyo contenido podía resultar extraño: informaban del mal uso que se estaba haciendo del diagnóstico del síndrome del niño zarandeado (*shaken baby syndrome*), una combinación de lesiones cerebrales que ponen en peligro la vida del bebé y que pueden originarse cuando un adulto agita bruscamente al niño.

Años antes, en 1971, Guthkelch había descrito por primera vez el mecanismo por el cual el zarandeo puede originar la muerte del lactante. Su artículo despertó la atención de médicos forenses y jueces, pues proponía una forma de maltrato infantil desconocida hasta entonces. El texto contribuyó a que los autores de tales acciones se vieran sometidos a procesos judiciales. Sin embargo, 44 años después, el propio Guthkelch reconoció en una carta abierta que este diagnóstico pediátrico había tenido unas consecuencias que él nunca había pretendido: «En muchos países del mundo se ha inculpado por error a padres y cuidadores de haber lesionado al bebé o de haberle provocado la muerte. Se les acusa de maltrato infantil con resultado de muerte por negligencia o incluso intencionada». Guthkelch temía que los médicos pudieran establecer el diagnóstico sin considerar otras razones que explicasen el estado del niño. Esta posibilidad ponía en peligro la intención original del investigador: informar a los padres de las graves consecuencias que comporta zarandear al niño. Su objetivo era contribuir a la prevención de tales casos.

La carta supone el culmen de un arduo debate todavía no resuelto por los especialistas, entre estos, pediatras, médicos forenses y juristas, pero también biomecánicos, psicólogos y otros científicos. Algunos expertos incluso señalan que hoy parece menos claro que hace unos años qué sucede en el cerebro del lactante cuando se le agita. No obstante, esta cuestión puede ser decisiva en un proceso judicial.

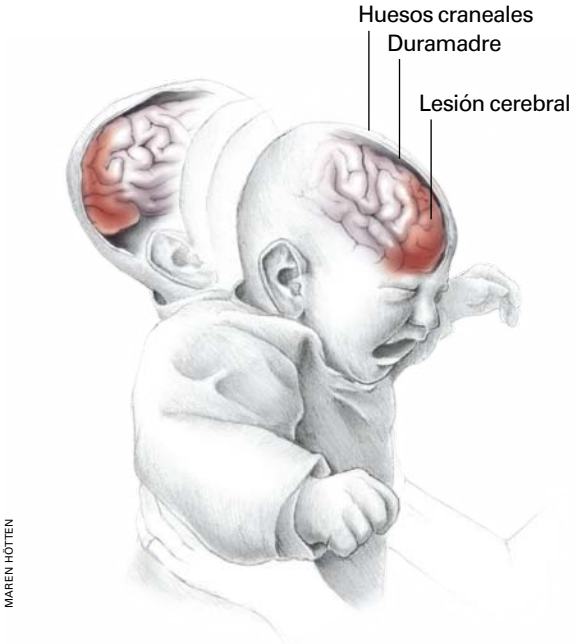
Ya en el siglo XIX, el médico forense francés Ambroise Tardieu (1818-1879) encontró hematomas subdurales en lactantes que habían fallecido, pero no se imaginó que estas lesiones fueran consecuencia de un zarandeo del niño. En la actualidad, estas hemorragias por debajo de la duramadre se consideran uno de los tres síntomas cardinales del síndrome. El radiólogo estadounidense John Caffey (1895-1978), quien describió casos de niños que, además de fracturas de brazos o piernas, presentaban hematomas subdurales, tampoco se planteó esa posibilidad. Caffey interpretó las lesiones como una consecuencia de caídas o accidentes que habían pasado desapercibidos a las personas del entorno del niño.

Tríada de síntomas

Probablemente, ni Tardieu y ni Caffey llegaron a la conclusión correcta porque el maltrato infantil no fue reconocido como un hecho con consecuencias medico-legales hasta los años sesenta del siglo pasado, cuando el pediatra estadounidense Henry Kempe (1922-1984) describió los síntomas del niño maltratado. O tal vez no se reconocieron las auténticas causas de las lesiones porque el zarandeo de un lactante a veces no deja ninguna huella: no existen fracturas de cráneo, ni heridas locales, ni hematomas oculares. El hecho de que finalmente en 1971 Guthkelch describiera la relación decisiva entre el hematoma subdural y los síntomas se debe a dos casualidades. Por una parte, se enteró de que un colega había sufrido un hematoma subdural por un frenazo brusco mientras conducía por la autopista. Por otra, el zarandeo se consideraba una medida de castigo relativamente leve en la Gran Bretaña de los años setenta. Por ese motivo, los padres de algunos lactantes a los que Guthkelch investigaba no mostraron ningún recato a la hora de contarle que habían sacudido a su hijo.

Guthkelch fue el primero en publicar un artículo científico sobre el movimiento en látigo que experimenta el cráneo cuando se zarandea al niño: un ciclo de movimientos rápidos seguidos en cada ocasión de una detención súbita. El cerebro se encuentra sumergido en un líquido que llena un espacio cerrado, por esa razón reacciona con lentitud a los movimientos. En otras palabras, el cerebro no sigue al cráneo ante un cambio brusco de dirección; literalmente, sufre un vaivén constante. De ese modo se produce una fuerza de cizallamiento que en ocasiones resulta tan potente que rompe los vasos sanguíneos que se alojan debajo de la duramadre, con lo que se origina un hematoma subdural.

Cuando Guthkelch identificó el mecanismo que explica las súbitas hemorragias cerebrales en lactantes y



MAREN HÖTTEN

Cuando se zarandea a un lactante, su delicado cerebro se mueve en un vaivén en el interior de un espacio craneal lleno de líquido. La fuerza de cizallamiento que se genera rompe los vasos sanguíneos situados por debajo de la duramadre. El choque del cerebro contra los huesos craneales puede provocar más hemorragias y edemas, en ocasiones mortales.

niños pequeños, los hechos transcurrieron muy rápidamente. Caffey leyó el artículo de Guthkelch y lo relacionó con sus casos. En el curso de tres años completó dos nuevos síntomas típicos de los niños zarandeados: hemorragias en la retícula del ojo (hematoma retiniano) y una lesión del cerebro (encefalopatía). Con ello quedó establecida la tríada sintomática relacionada con el síndrome del niño zarandeo: hematoma subdural, hemorragia retiniana y encefalopatía.

Pocos años después acontecieron los primeros procesos judiciales y juicios por sacudir a niños. Se declaró culpables a padres y cuidadores. En algún momento, ocurrió algo que los críticos del diagnóstico de Guthkelch hoy consideran un error fundamental: dado que la mayoría de los bebés afectados presentaban los tres síntomas, los médicos forenses concluyeron que habían sido zarandeados aunque no manifestaran ninguna señal externa que demostrase el uso de violencia. Peritos médicos utilizaron tal argumento: la acusación de los presuntos maltratadores se basaba solo en la tríada sintomática. Según Guthkelch y los especialistas que habían suscrito la carta abierta, de este modo se cae en un círculo vicioso que hasta ahora ha llevado a falsas implicaciones y a veredictos erróneos.

El médico forense Jan Sperhake considera que los casos basados solo en la tríada sintomática son una excepción. En el Instituto de Medicina Legal del Hospital Universitario de Hamburgo-Eppendorf, Sperhake investigó a algunos lactantes y niños pequeños que habían sufrido zarandeos. Encontró que muchos de los niños presentaban también otras lesiones. «Si se les explora detenidamente, es frecuente encontrar fracturas de costillas o de los huesos largos de los miembros, algunas antiguas deficientemente cicatrizadas como las que ya describió Caffey en 1946.» Este fue el caso de Tayler, un niño de 13 meses que en diciembre de 2015 falleció en Hamburgo presumiblemente por un trauma debido a zarandeo: seis meses antes había sufrido una fractura de clavícula. Según Sperhake: «Una fractura de este tipo en un niño de esa edad despierta sospechas, sobre todo cuando los padres no aportan una explicación convincente». De hecho, algunos autores incluyen como criterio diagnóstico adicional que las personas al cuidado del niño relatan una historia difícilmente compatible con la gravedad de las lesiones.

La complicada búsqueda de la verdad

Desde el punto de vista de Sperhake, la interpretación científica del trauma por zarandeo ha cambiado en los últimos 20 años. En un principio, imperaba el convencimiento de que uno de los síntomas cardinales, la hemorragia subdural, no solo era un signo típico del síndrome del niño zarandeado, sino que, además, era causa de una elevada mortalidad en los niños afectados, los cuales, según algunos cálculos, llegaba al 20 por ciento. Sperhake asegura: «Hoy sabemos que los hematomas subdurales debidos al zarandeo de los niños no se corresponden con las graves hemorragias que conocemos en los adultos». Y detalla: «En los lactantes, el hematoma es solo una fina capa de sangre que no ejerce ninguna presión sobre el cerebro y que, por sí mismo, probablemente no suponga ninguna amenaza vital».

En la actualidad, los médicos forenses atribuyen la alta mortalidad del trauma de los niños zarandeados, en primer lugar, a un importante edema cerebral. Entre los especialistas existe también una fuerte discusión sobre su causa. Durante un tiempo se mantuvo la hipótesis de que agitar al bebé daba lugar de forma inmediata a una lesión de las inmaduras vías nerviosas en el cerebro infantil, que en casos graves podrían llegar a desgarrarse. En 2001, las investigaciones de la neuropatóloga británica Jennian Geddes lo ponían en duda.

Geddes y otros científicos llevaron a cabo la autopsia de 37 lactantes de edades inferiores a nueve meses que habían muerto a consecuencia de lesiones cefálicas por violencia; algunos habían sufrido zarandeos. Los neuropatólogos solo encontraron en dos de ellos lesiones directas de vías nerviosas consideradas hasta entonces típicas del síndrome. Precisamente esos dos niños presentaban, además, lesiones cefálicas graves con diversas fracturas

En los años ochenta, el médico forense Werner Weber dejó caer desde la altura de un cambiador de pañales a cadáveres de lactantes para averiguar si estas caídas pueden originar fracturas craneales

craneales, es decir, no habían fallecido porque se les había sacudido. La lesión cerebral que se encontró con mayor frecuencia fue inesperada: una lesión tisular difusa debida a la falta de oxígeno y al déficit de riego sanguíneo. Ello coincide con el hecho de que, según las historias clínicas, antes de su fallecimiento, tres cuartas partes de los bebés habían padecido una insuficiencia respiratoria y 11 de los 37 niños presentaban lesiones en los nervios craneales y en el tronco encefálico, región de tránsito entre el cráneo y la columna cervical donde se alojan los centros reguladores de la respiración y la circulación sanguínea.

Maniquíes zarandeados

Ante estos hallazgos, Geddes concluyó que, a diferencia de lo que se había creído hasta entonces, la grave hinchazón del cerebro que se observaba en los niños zarandeados no se debía a una lesión directa de las vías nerviosas, sino a una falta de oxígeno. La causa de esta hipoxia podría ser una lesión en centros de importancia vital alojados en el tronco encefálico. Sin embargo, también cabía la posibilidad de que otros fenómenos causaran las lesiones cerebrales, entre ellos, la apnea que acontece en la muerte súbita del lactante.

A lo largo de los años se ha comprobado que cada uno de los síntomas cardinales puede deberse a mecanismos diferentes al trauma por sacudida. Las hemorragias retinianas pueden originarse por trastornos congénitos de la coagulación de la sangre. Según algunos expertos, los hematomas subdurales pueden aparecer cuando una lesión obstétrica previa en el cráneo del niño empieza a sangrar de nuevo como consecuencia de una caída desde la cuna o del cambiador de pañales.

En 1987, la neurocirujana infantil estadounidense Ann-Christine Duhaime zarandeó a muñecos con aspecto de bebé para medir las fuerzas que se producen en el cráneo como consecuencia de los movimientos bruscos de aceleración y frenado. Los resultados fueron sorprendentes: según sus cálculos, las fuerzas por la sacudida no son suficientes para originar las típicas lesiones del síndrome del niño zarandeado. De hecho, los investigadores registraron la mayor fuerza cuando arrojaron a los maniquíes al suelo. Duhaime opina que, a pesar de que las sacudidas pueden formar parte del proceso, es más probable que los niños afectados hayan sufrido un golpe seco en la cabeza. «La situación más frecuente podría ser la del niño que ha sido zarandeado y luego arrojado a la cuna o contra otra superficie con la que se ha golpeado la parte posterior de la cabeza y que, de esta forma, experimenta un contundente y breve movimiento de frenado.»

Aunque los resultados de Duhaime siguen discutiéndose, han logrado que el síndrome de niño zarandeado pase a denominarse síndrome por impacto del zarandeo (*shaken impact syndrome*). El aspecto más importante de este cambio de terminología radica en que las lesiones originadas por un impacto en la cabeza no pueden diferenciarse claramente de las que pueden acontecer por una caída casual.

En el año 2012, la familia de Kristian Aspelin, de San Francisco, vivió una situación semejante. En un momento de descuido, el hijo de dos años empezó a vaciar la nevera. El padre intentó poner orden en el caos mientras sostenía en sus brazos a su otro hijo Johan, de tres meses. De repente, el pequeño le resbaló de los brazos, y a pesar de que llamó de inmediato a una ambulancia, Johan murió al cabo de cinco días en la clínica. En la autopsia, el médico forense encontró supuestos indicios de que el pequeño había sido zarandeado. Se acusó al padre y se le prohibió que volviera a ver a su familia. Gracias a que disponía de suficiente dinero para reunir a todo un equipo de especialistas le fue posible evitar la condena. Seis expertos en medicina y un biomecánico corroboraron que el niño podía haber sufrido las lesiones mortales al caer sobre el suelo de la cocina. El tribunal decidió sobreseer la acusación.

En Alemania, donde se estima que al año suceden de 100 a 200 casos del síndrome del niño zarandeado en bebés de entre cuatro y cinco meses, el debate no se plantea de forma tan acérrima como en Estados Unidos. Probablemente porque el cuadro clínico no existe como diagnóstico, sino que se incluye en el término genérico de «abuso corporal». Sin embargo, los expertos alemanes se muestran en desacuerdo en algunos puntos, como quedó patente en el proceso de Dortmund en relación con el caso del bebé Nils, quien falleció en 2010. La fiscalía acusó a la madre de haber sacudido al niño, por entonces de siete meses de edad, que habría caído después y se habría golpeado la cabeza contra un objeto duro. La madre admitió que su hijo había caído de la cuna, de 45 centímetros de altura, sobre el suelo de laminado: había sido un accidente. En la autopsia, los médicos forenses encontraron hemorragias en la retina del bebé, lesiones difusas en el tejido cerebral y un hematoma subdural leve.

Además, el niño presentaba una fractura craneal, así como un gran hematoma epidural (hemorragia entre el cráneo y la duramadre). No hallaron ningún hematoma subdural. La lesión provocó una presión sobre el cerebro de Nils, circunstancia que posiblemente causó su muerte, pero no se trataba de una típica lesión del síndrome del niño zarandeado.

Más de diez especialistas valoraron el caso durante el proceso. El espectro de opiniones abarcaba desde la firme convicción de que el niño había sufrido fuertes sacudidas hasta la afirmación de que esa posibilidad debía descartarse. A pesar de que presentaba la clásica tríada sintomática, varios médicos forenses con décadas de experiencia creyeron posible que la caída y los prolongados intentos de reanimación en el hospital podían haber provocado todas las lesiones.

Ante esta disyuntiva, no sorprende que la descripción del cuadro clínico de síndrome del niño zarandeado se haya enturbiado en los últimos años. Se han propuesto otras posibilidades terminológicas, como traumatismo craneal por abuso o traumatismo craneal no accidental. Sperhake puntualiza: «Por desgracia, en algunos aspectos todavía seguimos pescando en aguas turbias». Recuerda un proceso en el que dos radiólogos mantuvieron un duro debate sobre cómo interpretar una determinada imagen. «Incluso cuando tenemos imágenes en blanco sobre negro ante nuestros ojos no existe la verdad absoluta. Como perito médico forense se tiene una gran responsabilidad, que incluye indicar al tribunal cuando el terreno científico se torna movedizo.»

Casos difíciles de determinar

No es casual que, desde el punto de vista científico, el síndrome del niño zarandeado siga sin estar claro. La investigación del fenómeno todavía representa un reto metodológico. Experimentos como los que llevó a cabo el neurocirujano pakistaní Ayub Ommaya (1930-2008) con animales en los años sesenta para investigar los efectos del frenado súbito en el cerebro resultan hoy en día impensables. Ommaya anestesió a macacos Rhesus, los colocó sobre un raíl y los precipitó contra una pared. En los años ochenta, el médico forense de Aquisgrán Werner Weber dejó caer cadáveres de lactantes desde la altura de un cambiador de pañales sobre un suelo de azulejos o bien sobre una alfombra para averiguar si estas caídas podían provocar fracturas craneales. Por muy despiadado que parezca este estudio, el caso de Nils demuestra que la cuestión de fondo continúa abierta. Y aunque los ensayos con maniquíes como los de Duhaime resultan desde un punto de vista ético innocuos, sus resultados no se pueden trasladar sin más a los bebés vivos.

Es probable que a corto plazo no exista una certeza absoluta sobre el modus operandi en los supuestos casos del síndrome del niño zarandeado. En consecuencia, es posible que se acuse a algunos padres o cuidadores inocentes, o bien que otros que sí han cometido maltrato salgan indemnes. Con todo, el principal objetivo es la seguridad y el bienestar del niño.

Gran parte de la discusión académica se ha centrado hasta ahora en los casos de lactantes zarandeados que han fallecido. Pero posiblemente la atención debería concentrarse en el grupo de supervivientes. Aproximadamente cuatro de cada cinco niños que han sufrido lesiones por zarandeo sobreviven, aunque algunos de ellos padecen graves consecuencias corporales y psíquicas. Hasta el presente apenas existen estudios sobre la evolución a largo plazo de estos niños y sobre cómo se desarrollan aquellos que presentan lesiones cerebrales de escasa gravedad. Tales datos siguen formando parte de la cifra oscura de la criminalidad. «Estoy plenamente convencido de que existen muchos supervivientes con daños leves que nunca llegan al conocimiento de los médicos forenses», afirma Sperhake. Tal vez algunos de estos niños llamen la atención años después por ser poco hábiles o porque presentan problemas de aprendizaje. Pero entonces nadie pensará más en un traumatismo por zarandeo. ★

Artículo publicado en *Mente y Cerebro* n.º 86

PARA SABER MÁS

Multiple fractures in the long bones of infants suffering from chronic subdural hematoma. J. Caffey en *American Journal of Roentgennology*, vol. 56, págs 163-173, 1946.

Infantile subdural haematoma and its relationship to whiplash injuries. A. N. Guthkelch en *British Medical Journey*, vol. 2, págs. 430-431, 1971.

Das Schütteltrauma-Syndrom: Eine häufige Form des nicht akzidentellen Schädel-Hirn-Traumas im Säuglings- und Kleinkindesalter. J. Matschke et al. en *Deutsches Ärzteblatt*, vol. 106, págs. 211-217, 2009.

Open letter on shaken baby syndrome and courts: A false and flawed premise. L. Wrennall et al. en *Argument & Critique. Special Edition: On 'Shaken Baby Syndrome'*, 2015.

EN NUESTRO ARCHIVO

Neurobiología del maltrato en la infancia. Martin H. Teicher en *IyC*, mayo de 2002.

«Los menores de un año son los más afectados por este tipo de maltrato». Yvonne Buchholz en *MyC* n.º 86, 2017.

Monografías con nuestros mejores artículos sobre temas clave

CARTOGRAFIAR EL CEREBRO

Métodos para analizar los circuitos neurales • Estudio de la expresión de los genes en el cerebro • ¿Neuroimágenes para predecir trastornos mentales? • Cartografía cerebral en vivo

ALIMENTACIÓN

Alimentos que favorecen las capacidades cognitivas • Productos «sin», ¿sensibilidad alimentaria o moda? • Estructura cerebral de las personas con obesidad • Los ácidos grasos y la salud

AMOR, PAREJA Y SEXUALIDAD

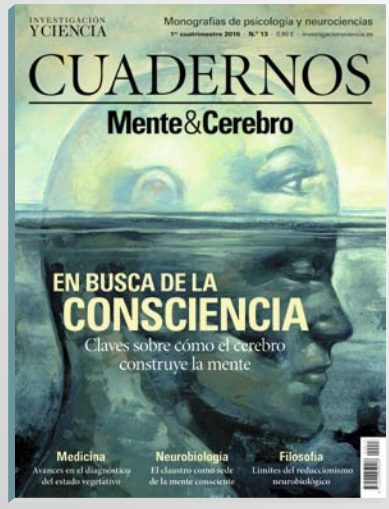
Ventajas evolutivas de la monogamia • El continuo de la homosexualidad • Los centros del placer sexual en el cerebro • El orgasmo femenino • Disfunción sexual

LA VISIÓN

Mecanismos neuronales de la percepción visual • Factores que determinan la sensibilidad estética • La visión de los colores en los primates • Ciegos con visión

DEPRESIÓN

Trastorno depresivo en el trabajo • Depresión en el hombre y en la mujer • Electrodos cerebrales para la depresión resistente • El éxito de la terapia cognitivo-conductual



EN BUSCA DE LA CONSCIENCIA

Avances en el diagnóstico del estado vegetativo • El claustro como sede de la consciencia • Límites del reduccionismo neurobiológico • Pérdida y recuperación de la consciencia

www.investigacionyciencia.es/revistas/cuadernos

Sigue el desarrollo de la psicología y las neurociencias

MENTE Y CEREBRO n.º 88
Homeopatía • Neurofilosofía de la consciencia • Las ventajas de jugar en la naturaleza • Mecanismos cerebrales y decisiones de compra • La oftalmología en el México precolombino

MENTE Y CEREBRO n.º 87
Los límites del ego • El siglo de la posverdad • Cerdos curiosos, gallinas empáticas • ¿Pueden los llantos del bebé revelar problemas neurológicos? • Degeneración axonal y esclerosis múltiple

MENTE Y CEREBRO n.º 86
El arte de fluir • Claves para conciliar la vida laboral y familiar • Cómo funciona el cerebro de los matemáticos • La psicoterapia a través del móvil • Traumatismo craneal en neonatos por maltrato

MENTE Y CEREBRO n.º 85
Con ojos de bebé • El sentimiento de apego de los perros • La comprensión del tiempo • Psicólogos en zona de guerra • Entrevista a Álvaro Pascual Leone, pionero en estimulación cerebral

MENTE Y CEREBRO n.º 84
Conspiraciones • Inteligencia artificial • Privación del sueño para la depresión • Los medios digitales en las aulas • Historia del autismo

MENTE Y CEREBRO n.º 83
Altamente sensible • Pensamientos disfuncionales en el trabajo • Efectos del sobrepeso en el cerebro • Abuso de somníferos • Minicerebros de laboratorio

www.investigacionyciencia.es/revistas/mente-y-cerebro

Para más información y efectuar tu pedido: Tlf. 934 143 344 | administracion@investigacionyciencia.es

Accede a la HEMEROTECA DIGITAL

DE TODAS NUESTRAS PUBLICACIONES

Suscríbete a la revista que desees y accede a todos sus artículos

www.investigacionyciencia.es/suscripciones

Encuentra toda la información sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología de los últimos 30 años

Prensa Científica, S.A.